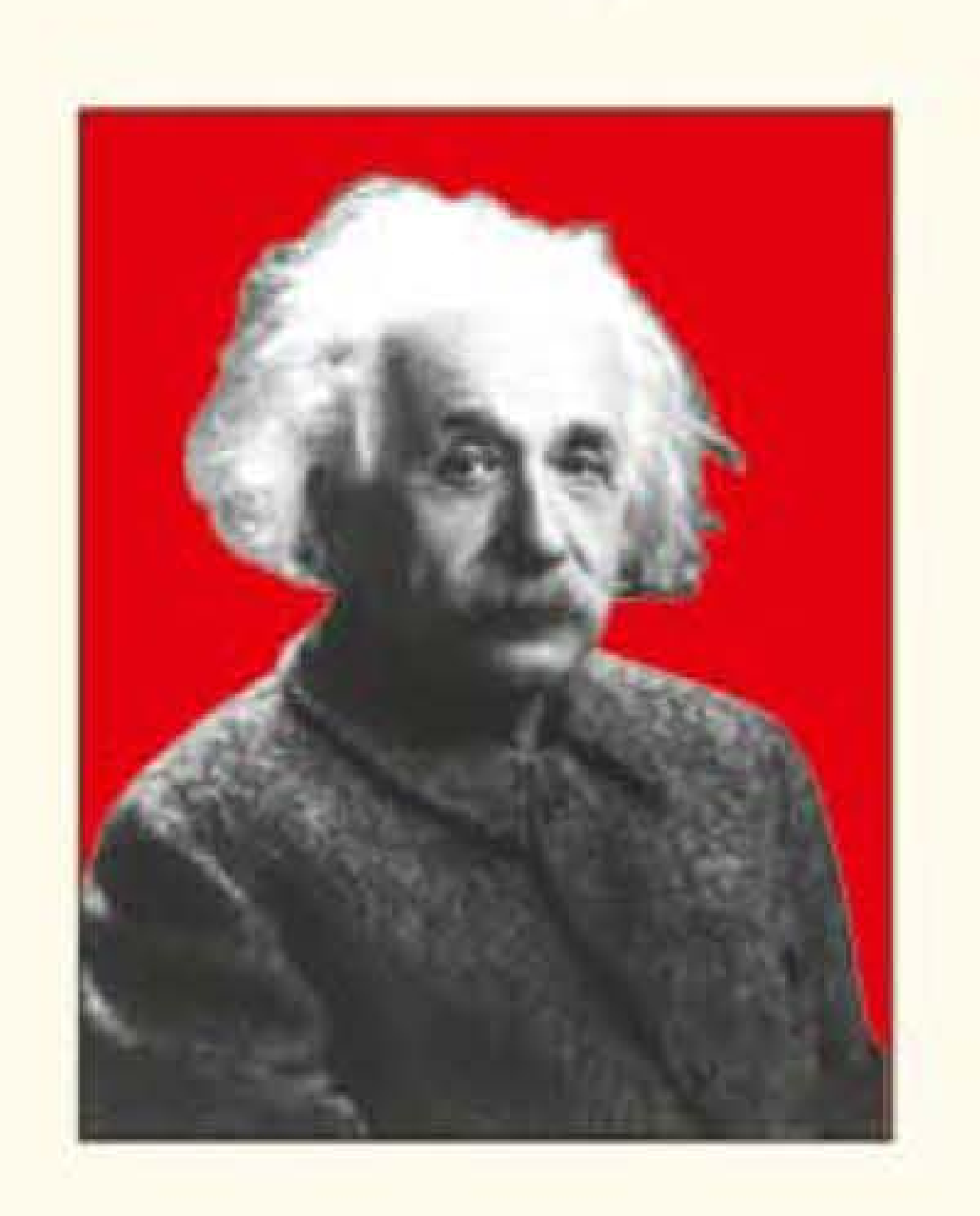
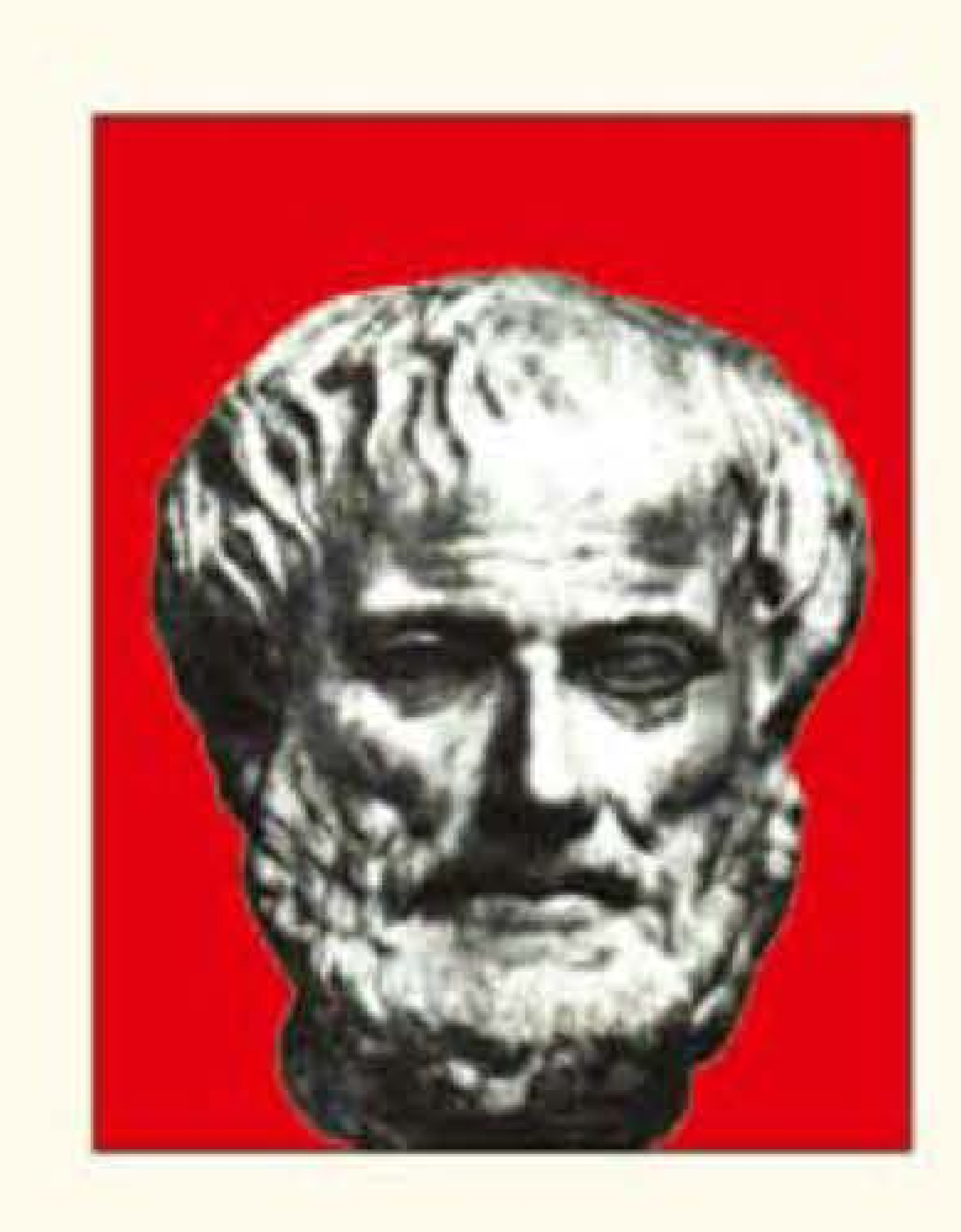
أ. د. نزار دندش

ما هو العلم؟

رحلة التفكير العلمي







الفارابي

أ. د. نـزار دنـدش

ما هو العلم؟
رحلة التفكير العلمي

دار الفارابي

الكتاب: ما هو العلم؟
المؤلف: أ. د. نزار دندش
الغلاف: فارس غصوب

الناشر: دار الفارابي - بيروت - لبنان
ت: 301461(01) - فاكس: 307775(01)
ص.ب: 3181/ 11 - الرمز البريدي: 2130 1107
e-mail: info@dar-alfarabi.com
www.dar-alfarabi.com

الطبعة الأولى 2009
ISBN: 978-9953-71-418-9

مقدمة

بعد قراءة هذا الكتاب والتمعن به، رأيت بأنه يهدف إلى نشر الثقافة العلمية ووضعها في متناول الجميع. لم يتفق المتعاطون مع الثقافة على اعطاء هذه الكلمة تعريفاً واحداً جامعاً يغطي المواضيع الواسعة التي يشملها هذا التعبير. فاذا كانت الثقافة هي التمكن من العلوم والآداب والفنون فالمثقف هو الشخص الذي صار حاذقاً في الاختصاص الذي يعالج. وقد كثرت الاختصاصات لدرجة صعب على الكثيرين حصرها بعد أن تجاوزت المئتين بنظر المشتركين باحد مؤتمرات اليونسكو التي بحثت موضوع دور التربية في نشر الثقافة.

الأستاذ الدكتور نزار دندش الذي كتب عن التلوث الكهرومغناطيسي سنة 2004 وعن البيئة سنة 2005 وعن سموم في طعام الانسان سنة 2007، لم يكتف بهذا القدر من المعلومات الشيّقة والحديثة عن مواضيع تهم مختلف طبقات المجتمع بل حاول بطريقة فذة إيصال ما يفكّر به إلى القرّاء، بوضعه رواية سلسة يفهمها بسهولة ودون عناء كلّ قارئ. أقصد روايته "حوار في الممنوعات" سنة 2007، التي تناول فيها هذه المرة ناحية اجتماعية من بيئة الانسان. أي أنه بعد أن طرق باب البيئة من الناحية الطبيعية والجسدية ودور الانسان في الحفاظ عليها، انتقل الكاتب بلباقة إلى معالجة موضوع البيئة الاجتماعية مستعملاً اسلوب الحوار في رواية لم تترك ناحية من التصرفات البشرية إلا وطرقتها.

الكتاب الجديد الذي بين أيدينا اليوم يدل مرة أخرى على مدى تعمق المؤلف في مختلف العلوم وسعة اطلاعه على تاريخ العلوم منذ فجر الانسانية حتى يومنا هذا. وقد توقف الكاتب عند أهم المحطات التي قادت الانسان منذ القدم إلى الوصول إلى المستوى الحضاري والتقني الذي نشاهده اليوم. من أهم هذه المحطات ما يتعلق منها بالعلوم الصحية والبيولوجية على مختلف مستوياتها وعلوم الفيزياء والكيمياء دون أن ننسى العلوم الحديثة من الكترونيك وسواها. وكعادته في كتبه السابقة، تُدهش المطالع الدقة في العرض والسهولة في استعمال المفردات والحذاقة في إيصال المعلومات للقارئ. مما يدلّ على تفنن الكاتب في الأصول التربوية وجهده كمربٍ غيور على نقل المعرفة قبل سواها إلى من يحب الوصول إليها. وقد سرد بعض وقائع الاكتشافات الحديثة مزيّناً خلفيتها العلمية مما يساعد على نقلها إلى الجميع ولا سيما الطلاب.

هذا الكتاب بحد ذاته موسوعة معروضة بطريقة معمقة وسهلة تدل على تنوع الكتب والمراجع التي قرأها الكاتب ومدى عمق اطلاعه على نواح عديدة من نشاطات الباحثين الذين طوروا مكاسب الإنسانية والحضارة الحالية وزوّدوها بمعلومات وتقنيات معمقة سهّلت طرق المعيشة وساعدت الانسان على مقاومة المرض وعلى الحصول على المياه والأطعمة النظيفة وعلى التنقل بسهولة في جميع الاتجاهات حتى الوصول إلى القمر والكواكب.

المكتبة العربية بأشد الحاجة إلى مثل هذا الكتاب، كما سبق وقلنا عند تقديم كتاب البيئة. ومهما تحسنت الكيفية في الوصول إلى المعرفة عن طريق الانترنيت وسواها من الوسائل، تبقى المطالعة من أهم الوسائل المعتمدة للتعلم والتثقف والتعمق في إيجاد المعرفة تتوجها جميعاً. إنّ الذي يطالع هذا الكتاب يستطيع أن يتوقف عند أي نقطة فيه ويراجع المقالات العلمية والمستندات الغنية التي يشير إليها المؤلف بغية توسيع آفاق معرفته. فكتابنا هذا خير مثال لمن

يحب أن يطّلع على مختلف الحقبات التي قطعتها علوم الانسانية منذ أجيال وعلى السلّم الذي ارتقته بجهد وتضحيات للوصول إلى ما نحن عليه اليوم.

ولا بد من أن أشير في النهاية إلى أنّه من جملة مهام المجلس الوطني للبحوث العلمية وجوب تبسيط الثقافة العلمية والعمل على نشرها. ولذا أشكر صاحب الكتاب على عمله وأهنّئه داعيا له بالتوفيق. وكثّر الله من أمثاله.

رئيس مجلس ادارة
المجلس الوطني للبحوث العلمية
جورج طعمه

توطئة

لأول مرة في تاريخه يظهر العلم في صورتين متباعدتين ومتناقضتين الى هذا الحد. ففي الصورة الأولى تبرز العملية الحضارية وقد ارتبطت بتطور العلم وبانجازاته التي لا تحصى، فالفيزياء الذرية قد أدخلت الإنسان الى قلب المادة بكل تفاصيلها واكتشفت له الطاقة الذرية التي بدأت تحرّره من الاعتماد على المصادر الطبيعية الجاهزة؛ وعلم الوراثة قد فتح امكانية بناء اشكال عضوية جديدة وتعديل الكائنات العضوية القديمة لتصبح أكثر إنتاجية وأكثر استجابة لمتطلبات الإنسان وملاءمة لظروفه المستجدة. أما الكيمياء فقد ابتكرت عدداً من المواد التركيبية الاصطناعية التي تتفوق على المركّبات الطبيعية، ما يبشر بثورة حقيقية في قلب الطبيعة، قد نندم عليها، كما يُحذّر من ذلك أنصار البيئة (لأنها تهدد الأصالة في الطبيعة)، وقد لا نندم. ونجاحات علم الفلك في النصف الثاني من القرن العشرين قد قرّبتنا من تحقيق احلامنا التاريخية في كشف أسرار الفضاء والاجابة عن سؤال: من نحن؟ وأي مكان يحتل كوكبنا في هذا العالم الفسيح؟

وفي الصورة الثانية تبدو نتائج العلم مثيرة للقلق الاجتماعي والأخلاقي، والخوف من أن تكون سبباً للإضرار بالحياة على كوكب الأرض، وربما تخريبها بالكامل! فالمفاعلات النووية (والأسلحة النووية أيضاً) ما زالت تسبّب أفظع الكوارث؛ وعلم الوراثة أضحى واقفاً على أبواب الخصوصية الإنسانية مما يثير الخوف من أن يخرق جدارها بطريقة خاطئة؛ المركّبات الكيميائية المستحدثة

يُخشى من أن تساهم في سيطرة الكيمياء على معظم جوانب حياة الإنسان فتأخذه رهينة دائمة؛ والأبحاث في مجال الفضاء قد تُشكّل تهديداً جِدّياً للنظام الإيكولوجي العام في غياب الضوابط اللازمة.

من هنا تتسابق التساؤلات والأسئلة التي تختلف باختلاف اختصاص السائل ودرجة نضجه وغنى ثقافته وعمق معلوماته: هل هناك علم نافع وآخر ضار؟ هل ينبغي التعاطي مع العلم كما مع السياسة والأخلاق أم أن العلم نفسه يجب أن يتحلى بالأخلاق؟ وهل تبقى مدنيتنا مطمئنة الى مستقبلها مهما وكيفما تطوّر العلم، علماً بأنها قد شُيّدت على أكتاف العلم وازدهرت بفضل نجاحاته المتواصلة.

كل هذا يدعونا الى البحث عن ماهية العلم والتعرف إلى ماضيه وحاضره لاستشراف مستقبله والتنبؤ بتوجهاته. وهكذا بحث لا يمكن ان يؤدي الى نتيجة إلا اذا تمّ استعراض سيرة العلم وتجلياته التي تغيرت مع تغيّر الزمان والمكان... وقبل السؤال عن وجهة سيره وكيفية تطوّره في المستقبل من الطبيعي والمشروع أن نسأل عن ماهيّته وعن وثيقة ولادته وصفاته المميّزة، عن كيفية تعاطي الإنسان معه في الماضي وعن دوره في كل ما شهد تاريخ حضارتنا من تقلّبات واندفاعات وثورات....

أسميناه العلم تجاوزاً، لأسباب تتعلق بتاريخ اللغة وتاريخ الفكر والتفكير، لكن ما هو؟ أين، كيف، متى ولماذا ولد؟ وكيف نما وتطور؟ من هم أعداؤه ومن هم أصدقاؤه؟ هل كان له بداية محددة، وهل سيكون له نهاية مقدّرة؟ الى أي حدّ كان ضرورياً في الماضي، وهل سيبقى ضرورياً الى الأبد؟ هل نشأ العلم بقرار أم كان نشوؤه حتمية تاريخية من جملة الحتميات التي رافقت حياة الإنسان وحضارته؟ هل هو مقياس تقاس عليه حضارتنا أم تابع لها تُنشّطه وترفع شأنه عند اللزوم حيناً، ثم تضعه في ثلاجة الانتظار حيناً آخر؟ هل هو نتاج عقول مميزة أم خاصة من خواصها؟ وهل هو من نتاج الفرد أم من نتاج الجماعة؟ وهل هو من صنع الإنسان نفسه أم أنّ في الأمر سرّاً لم يكتشف؟

واذا كان من صنع الإنسان فهل يمكن أن يكون أكبر من الإنسان نفسه، وهل من الممكن أن يُستعمل في غير مصلحة الإنسان ولغير خيره؟

هل هو حقل معرفي منفصل، أم جزء من معرفة الإنسان وجزء من نظامه المعرفي المتكامل؟ هل هو مستقل عن الفن والأدب وسائر فروع المعرفة أم هو جزء لا يتجزأ من نتاج العقل الإنساني والنشاط الحياتي الاجتماعي؟ وهل يقوى الإنسان على الحياة بدونه؟ هل يتكفل بحمل أعباء الحياة أم أنه ضرورة من ضروراتها؟ هل هو مصدر للحقيقة ام معيار لها ومقياس لصدقها ودقتها وحقيقيتها؟ واذا كان للحيوانات حقائقها التي تنتقل من جيل الى جيل بالغريزة وبالوراثة فهل للحيوانات علومها؟ أم أن العلم لا ينبت ولا ينمو خارج المجتمعات البشرية؟

كلّ هذه الأسئلة تطرح بالحاح في عصرنا والأجوبة عنها ليست في حكم البديهيات، بل أن كل جواب على حدة يجب أن ينطلق من حقل مسلّمات تختلف باختلاف الفئة العمرية التي يتوجّه اليها.

إن تحديد هوية العلم وابراز أوراقه الثبوتية يقتضيان تعريف ماهيته والتعرف على تاريخه. لكن ماهيته ليس لها تعريف موحّد حائز على اعتراف الجميع، فلكل عالم كبير تعريفه ولكل فيلسوف مشهور أو مدرسة فلسفية تعريف أو أكثر. فلو جمعنا التعاريف التي حفظت لكانت بالمئات (أكثر من ثمانماية تعريف). وهذا الغنى في التعاريف ليس نابعاً من تقاطع المسألة مع الفلسفة وحسب، إنما يعود السبب أيضاً الى تطور مفهوم العلم عبر التاريخ والى التغيرات في وظائفه وفي الدوافع اليه عبر كل الأزمنة وفي كلّ الحضارات. فليس من العدل أن نطبّق الدقة على تعريف العلوم البدائية كما على العلوم المعاصرة.

في البداية كانت ضرورات الحياة هي دافع الإنسان الأول نحو العلم وكانت أيضاً علاقته بالطبيعة- كان ذلك في مرحلة فطرية العلم. أما اليوم فتعتبر علاقة الإنسان بالإنسان من الدوافع المهمّة والفعالة لممارسة البحث العلمي. ويبقى النشاط المعرفي دافعاً قوياً نحو العلم في كل الأزمان.

لقد ظهر العلم على خلفية الحصول على المعلومات الضرورية لاستمرارية حياة الإنسان، فدراسة تصرفات الحيوانات ونمو النباتات كانت من مهمات الإنسان البدائي مذ بدأ بممارسة الزراعة وتدجين الحيوانات. ونما العلم على خلفية تحسين الظروف الحياتية للإنسان، وعلى خلفية أرواء فضوله العلمي والبحث عن تفسير للظواهر المحيّرة، وعن اتصال الظواهر بالأسباب. بدأ مع بداية التفكير المنطقي- مع بذور السببية والفهم المجرد، ومع استعمال الأعداد، ثم انتقل الى وعي الطبيعة متخذاً منها هدفاً كبيراً، فتعاطى معها بالجملة قبل ان يدخل في التفاصيل، ثم درس الظواهر المنفصلة والمنفردة وبحث في أسبابها ونتائجها فقاده ذلك الى التفرُّع وظهور الفروع العلمية المختلفة.

بدأ العلم يلقى قبولاً، وأفكاره تُحقّق انتشارها عندما لم تعد تفسيرات الميثالوجيا مقنعة ما فيه الكفاية، كان ذلك في الحضارات الشرقية القديمة، في مصر وبابل والهند والصين. وفي بلاد الاغريق كان العلم جزءاً من الفلسفة يعيش في كنفها ويؤدي واجباته بالقدر الذي يتناسب مع تطلعاتها. وفي مختلف مراحله كان العلم يستعمل نتائجه لبناء الاستنتاجات والخلاصات فيرسم صورة للكون كما يراه في وظيفته الحياتية. رافق العلم الإنسان منذ طفولته وحتى اختراقه جدار السماء وهبوط مركباته على القمر والمرّيخ، مروراً بتدجين الكائنات الحية وتعديل جيناتها، ومروراً باكتشاف الميكروبات وايجاد سبل محاربتها والقضاء عليها والمحافظة على سلامة الإنسان، ووصولاً الى اختراع كل أدوات الراحة في المنزل وأدوات الانتاج في الحقل والمصنع ووسائل الاستجمام في المنتجعات السياحية. وفي وظيفته المعرفية رسم العلم على الدوام لوحات تمثل الكون كما يراه الإنسان المتسلح بالعلم، وكانت هذه اللوحات تتغير من حقبة تاريخية الى اخرى، فهي في النهاية معيار لمستوى نضج العلم في كل حقبة من حقبات التاريخ.

ان جزءاً من عقيدة العلم يتمثل برسم صورة شاملة ومتكاملة للعالم هي عبارة عن بيان بكل سنن الطبيعة كما يراها العلماء. وصورة العالم هذه تشكّل

مرآة لمستوى رقيّنا الحضاري وهي تتعدّل مع تطوّر العلم ومع اكتشافه لقوانين جديدة، فالعلم نفسه يخضع للتطور بصورة دائمة فتتّسع مهماته وتصبح أكثر دقّة وتعقيداً.

إنّ الحضارة الإنسانية أشبه بشخص مغامر يهرول قاصداً قمة الجبل، فكلما ارتقى أكثر يجد نفسه قد أشرف على مساحة أكبر. والعلم جزء من حضارة الإنسان، بل هو القلب النابض لهذه الحضارة وهو مرشدها الأمين. والمعارف العلمية وإن كانت تختلف عن بقية مكونات المعرفة إلا انها جزء مكمّل لها ولا تنفصل عنها.

والمعرفة العلمية التي ترفد المعارف اليومية باستمرار تنهل بدورها من بحر هذه المعارف وتحوّل بعضها الى نظريات. فقبل أن تُنسج للمعرفة قوالب فلسفية وقبل أن تصاغ لها القوانين والنظريات، كانت المعارف المتفرقة تُصنع على مدار الساعة وعبر كل الأزمان وفي كلّ المجتمعات دونما استثناء، بما فيها افقرها وأبسطها وأقربها الى البدائية. فقبل ان تصبح المعرفة بحد ذاتها هدفاً للبحث والدرس والمعالجة كانت موجودة في أساس الكثير من مجالات النشاط الإنساني. والإنسان يدرك بالفطرة ماهيّة المعرفة قبل أن تصاغ لها التعريفات ويرمز اليها بالاشارات. فالمعرفة هي عن حق فعالية من فعاليات الإنسان المجتمعي الذي يمارس نشاطه الإنساني وهي شرط من شروط وجوده وعنصر مكمّل لخصائصه. ان كل ما نطلق عليه صفة المعارف ونعني به المعارف اليومية هو جملة من الحقائق التي يعرفها البشر في سياق حياتهم اليومية. فالجزء الأكبر من المعارف هو ما يملكه كل البشر، هو معرفة الحياة اليومية حيث "مصنع المعارف" وهو يمثّل المستوى ما قبل النظري للمعرفة.

المعرفة اليومية، ما قبل النظرية، هي ذاكرة شخصية واجتماعية وهي طريقة لحفظ تتابع المعلومات واستعمالها وهي تشكل بالنسبة للإنسان المجتمعي الاحتياط المعرفي عن الطبيعة، عن اشكال النشاط الحياتي وطرقه؛ وعن نماذج تصرفات الكائنات الحيّة وعن معايير التواصل والاختلاط وما شابه.

ومع المعرفة النظرية نرتقي الى التعليل النظري للعالم، هذا التعليل يتعاطاه عدد قليل من البشر يشكلون نسبة صغيرة من المجتمع. في صياغة المعارف النظرية نحتاج الى الأفكار والنظريات والعقائد، ونحتاج الى الفن والأدب ونحتاج بالأخص الى العلم والفلسفة. ونحتاج أيضاً الى المعارف اليومية التي لا يمكن بدونها صنع المعارف النظرية فلا يكتمل عالم المعرفة إلا بالتئام المعارف النظرية مع المعارف اليومية، ولا تستمر وتنهض المجتمعات ولا يرتقي الإنسان المجتمعي إلا بتطوّر وارتقاء المعرفة النظرية. ولقد ساهم العلم منذ طفولته بمد الإنسان بالمعارف التي كانت وما تزال تشكل العمود الفقري لحضارته وبقائه وارتقائه.

يعرف الإنسان منذ طفولته أنه اذا وضع أصبعه في الماء الحار فانه يسخن (أو يحترق) واذا وضعه في الثلج يبرد (أو يتجمد) مع ان الإنسان القديم لم يكن يعرف معنى الحرارة من وجهة نظر علمية، فالعلم نفسه لم يكن قد توصل الى معرفة هذه الظواهر ولا الى ايجاد تفسير لها، والإنسان العادي لم يكن على دراية بنتائج العلم على أية حال. وعندما فسر العلم فيما بعد ظاهرة الحرارة والبرودة معتمداً في ذلك على النظرية الذرية والفيزياء الجزيئية، فإنه قد ارتقى بالمعلومة إلى درجة النظرية العلمية. فالمعارف اليومية كانت تشكل على الدوام حوافز قوية للعلم وتحدياً للنظريات العلمية لكي تبحث عن أسبابها وعن تفسير للظواهر وتعليل للعمليات التي تجري في هذا الكون.

ان المتتبع لتاريخ العلم يلاحظ أن مفهوم العلم قد تغيّر على مرّ التاريخ، وان العلم قد تطوّر، وقد جاء تطوّره بالتراكم حيناً وعن طريق الوثبات والثورات العلمية حيناً آخر.

من القفزات العلمية نذكر مثلاً تلك القفزة التي حققها العلم الاغريقي الذي سجل شمولية فاقت شموليته في مراحل تاريخية لاحقة. ونذكر أيضاً ماكشفه تلسكوب غاليليه من تشابه بين سطح الأرض وسطح القمر حيث لم تعد، بعد ذلك، قوانين السماء متميّزة عن قوانين الأرض.

الثورة العلمية الكبرى الأولى التي سيحفظها تاريخ العلم بدأت مع نظرية كوبرنيك التي شكلت انقلاباً في العلم وفي كل الثقافة المعرفية، واستُكملت هذه الثورة مع غاليليه، ديكارت ونيوتن، واستمرت خلال القرن السابع عشر والنصف الأول من القرن الثامن عشر فتكللت بما سُمي بالعلوم الكلاسيكية ورسم اللوحة الكلاسيكية (الميكانيكية) للكون.

الثورة العلمية الثانية بدات مع نهاية القرن الثامن عشر واستمرت خلال النصف الأول من القرن التاسع عشر وكانت نتيجتها صياغة لوحات جديدة للعالم خارج اللوحة الميكانيكية، هي اللوحة البيولوجية واللوحة الكيميائية. وقد تمت المحافظة على عملية المعرفة الكلاسيكية وطرق التفكير الكلاسيكي.

الثورة العلمية الثالثة هي تلك التي شهدها العلم في نهاية القرن التاسع عشر واستمرت حتى أواسط القرن العشرين وجاءت بالنظرية النسبية والنظرية الكوانطية أي الفيزياء ما بعد الكلاسيكية أو"الفيزياء الحديثة". كما جاءت بعلم الوراثة ومفهوم الكون غير الثابت، وانتعشت بنتيجتها السببية الاحتمالية على حساب السببية الكلاسيكية.

أما الثورة العلمية الرابعة فقد بدأت في منتصف القرن العشرين ومازالت مستمرة حتى الآن حيث مخاض ولادة علم جديد يرجح أن يطلق عليه تسمية العلم ما بعد الحديث. وأدت هذه الثورة الى تغيرات جذرية في اسس المعارف والنشاطات العلمية، وقد شهدت هيمنة الكمبيوتر على العلوم وشهدت تعقيدات في الأجهزة المخبرية التي يستعملها العلم، كما شهدت تنامي الأبحاث في الحقول المشتركة بين الاختصاصات والتئام الأبحاث النظرية مع الأبحاث الامبيريقية والأساسية مع التطبيقية. ومن المهم جداً أن نلاحظ أن هذه الفترة قد شهدت تفاعل اللوحات العلمية المختلفة التي رسمتها فروع الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا إضافة إلى علم الكون.

الثورات العلمية دليل عافية في الحركة العلمية يستطيع من خلالها العلم تنقية نفسه من النظريات القديمة، ويرتقي بنتيجتها الى مستويات أعلى. لكن هذه

الثورات تتطلب ظروفاً ناضجة على الصعيد العلمي النظري وعلى صعيد الكادر العلمي البشري، كما تحتاج الى تهيئة العقول لتقبّل نتائجها. ويلاحظ انّ النهضة العلمية في أوروبا قد جاءت بعد جهود النهضويّين، الذين روّجوا هناك لفكرة أنّ الإنسان بحدّ ذاته مبدع وخلّاق؛ هذه الفكرة تمّ التعبير عنها بواسطة الفن أولاً، لذلك كان للفن فضل كبير على العلم في عصر النهضة.

لكن مع أن عصر النهضة قد حمل لواء فكرة الإنسان الخلاق فإن الفيزياء الكلاسيكية التي سادت حتى بداية القرن العشرين قد ركزت على مبدأ الوجود الموضوعي للطبيعة الذي تحكمه السنن الطبيعية، مهملة دور الإنسان فيها.

في العلوم الكلاسيكية لعبت الميكانيكا دور النموذج الذي اعتمده العلم في بقية الفروع. وبعد الانتقال الى العلوم الحديثة تمّ استبدال النظرة الميكانيكية والميتافيزيقية بالنظرة الشمولية وبالمفهوم التطوّري، فلم تعد مواضيع العلم معزولة عن بعضها، بل صارت مادة تفاعل مع الأشياء المحيطة وتشترك في دراستها مختلف الفروع العلمية. واستبدلت الحتمية الكلاسيكية بالحتمية الكوانطية، كما ذكرنا، ولم تعد المعرفة عبارة عن عملية انعكاس ميكانيكي للواقع الطبيعي في ذهن الإنسان، بل اعترفت العلوم " الحديثة" بوجود بصمات للإنسان على نموذج العالم.

اذا كان ينظر الى العلم حتى الماضي القريب على أنه خير مطلق فإن الحاضر والمستقبل يجعلاننا ننظر اليه مع شيء من الريبة والحذر، فما يحدث من تغيّرات في نظام المعرفة العلمية المعاصرة من تجيير لمصلحة أيديولوجيا مسيطرة، وما يحدث من تغيير في العلاقات والشروط الحضارية الاجتماعية للتطور، وما يقود اليه سوء استعمال العلم، أو استعماله لأهداف تجارية أو عدوانية بحتة، كل ذلك جعلنا ننظر الى العلم المعاصر نظرة ترقّب. فالعلم في نظر الكثيرين (خاصة أنصار البيئة) لم يعد يُستعمل للخير المطلق ولخدمة الإنسان وبيئته تحديداً. بل ان ما تشهده بيئتنا اليوم من تلوّث متعدّد الوجوه ومن خطر على وجود الطبيعة وكل ما فيها وما يقوم به الإنسان المتسلح بالعلم من

تعديات على الطبيعة تؤدي الى الاحتباس الحراري وتحلل طبقة الأوزون، وما شابه من مشاكل خطيرة، كل ذلك يوحي بأننا في خضم مرحلة انتقالية من تاريخ العلم.

هناك اتفاق على حتمية الانتقال الى العلوم "ما بعد الحديثة" ، لكن الاختلافات والتمايزات كبيرة في تحديد خصائص العلوم الجديدة؛ وتدخل في رسم التوقّعات الى جانب آراء العلماء الباحثين في العلوم الطبيعية، آراء الفلاسفة والادباء وعلماء الاجتماع وغيرهم. هناك أولاً توقّعان هما أقرب الى شرطين يوضعان على العلوم الجديدة ألا وهما أنسنة العلم وضبط استعمال نتائجه، حيث يوضع الى جانب كل اكتشاف جديد اكتشاف مكمل يقضي على العوارض الجانبية التي تؤذي البيئة والإنسان.

العلوم الجديدة يجب أن تولي اهتماماً للعلوم الاجتماعية والعلوم الإنسانية لذلك يُتوقع أن تظهر فروع مشتركة بين العلوم الطبيعية والعلوم الإنسانية.

واذا ما نظرنا الى اللوحة الجديدة التي سيرسمها العلم الجديد للعالم فاننا سنرى فيها دوراً للإنسان مكملاً لدور الطبيعة ونتوقع أن ينظر للحيوانات ككائنات فاعلة وان يُحفظ دور للكائنات الحية بشكل عام سيّما وان هذه الكائنات تلعب دوراً في تغيير تركيبة الغلاف الجوي وتركيبة سطح الأرض وقاع البحر.

والإنسان الذي أصبح لاعباً مؤثراً في مجريات الطبيعة ضمن اطار بيئته وصار سبباً لظواهر جديدة ومتجددة تدخل في موضوعات الأبحاث العلمية، قد تحوّل هو الى هدف تتقاطع في جسده تأثيرات العوامل "الطبيعية" الناتجة عن النشاط البشري. هناك أمور مستجدة وتساؤلات مشروعة وملحة، آن للعلم أن يجد إجابات لها : فكيف يتفاعل جسم الإنسان مع الاشعاعات الكهرومغناطيسية الناتجة عن أجهزة البث الفضائي اللاسلكي المختلفة والتي تنتشر في كل الفضاء، وكيف يتفاعل مع الاشعاعات النووية الناتجة عن التجارب أو المفاعلات أو القنابل الذرية. وكيف يتفاعل جسم الإنسان مع المركبات

الكيميائية المستحدثة والتي تدخل في طعامه وشرابه ودوائه، وهوائه فهذه المركّبات ليست من نتاج الطبيعة الذي تعودت عليه اجسام الكائنات الحية عبر آلاف السنين. هذه الأمور وأشباهها سوف تكون في صلب اهتمام العلم الجديد، وعلاقة الإنسان بالطبيعية سوف تكون في صلب اللوحة العلمية الجديدة.

في الماضي كان يُنظر الى الكون على انه مبني من لبنات أولية اطلق عليها اسم الذرات، أما اليوم فلا بدّ من أن تؤخذ بعين الاعتبار الموجات الكهرومغناطيسية المختلفة والمنتشرة في كل مكان ولا بد من البناء عليها والبحث عمّا قد أنجز بناؤه.

اللوحة العلمية للكون، التي تجددت مراراً على مر التاريخ هي في مرحلة التجدد مرة أخرى، وسرعة تجددها الى ازدياد مضطرد...... لكن هل ما زال الإنسان يتقبل هذا التجدد؟ وهل الإنسان قادر على تحضير نفسه ليكون مستعداً لاستيعاب التحولات الثقافية والمعرفية السريعة؟ إن تجربة الحضارة البشرية تعلمنا ان الإنسان في طبعه محافظ ولا يتخلى عن معارفه القديمة بسهولة، وبما ان ثقافة العلم لا تستطيع أن تتخلّف عنه فإن على العلوم الجديدة أن تأخذ على عاتقها مَهمَّة تعميم الثقافة العلمية لتحقيق نوع من التجانس الثقافي في العالم على أساس علمي، فالعلم وحده قادر على توحيد البشر. واذا كانت هذه المهمة قابلة للتحقيق في عصر النهضة وفي موازاة الثورات العلمية والفكرية التي حدثت في اوروبا فهل سيكون تحقيق المهمة ممكناً اليوم في ظل الاسترخاء الفكري الحاصل وفي ظل انهماك الاهتمام العالمي بالمسائل الاقتصادية والسياسية والعسكرية؟

قبل حوالى العقدين من الزمن بدأتُ بتحضير أطروحة دكتوراه في مجال فلسفة العلم (بعد أطروحة الفيزياء) بعنوان "دور العرب في تطوير مفهوم العلم". ومع أن ظروف الحرب في لبنان قد حالت دون اتمام المهمة يومها فقد وجدتُ في حينه أن البحث في تطوّر مفهوم العلم وارتقاء الفكر العلمي عبر التاريخ متعة

لا تضاهيها متعة أخرى فرأيتُ ان أتوسعَ ما استطعت في البحث حتى أَقْدَمَ البدايات التاريخية الممكنة وآخر النهايات المسجلة ولخّصت كل ما وفّقني الله بتحقيقه في هذا الكتاب في محاولة لاستعراض سيرة الفكر العلمي من منطلقات علمية وباسلوب علمي مبسّط متوخياً التجرد الذي يفرضه الوفاء للحقائق العلمية، وتعمّدتُ استعمال اللغة البسيطة والتعابير التي تستدعي الابتسامة أحياناً لكي أحمي القارئ من جديّة الموضوع المفرطة.

لم أتطرّق الى تاريخ العلم في ما هو سيرة للاكتشافات العلمية والنجاحات التقنية وتوثيقاً للأحداث العلمية إلا بالمقدار الذي يخدم موضوع البحث في تاريخ الفكر العلمي وتطوّر مفهوم العلم على مدى التاريخ؛ وتعاطيتُ مع تاريخ العلم فقط في وجهه المعبّر عنه بحركة الأفكار والمفاهيم والنظريات وتطوّر أنماطها، ومع تاريخ تطور العلم عبر عمليات التراكم وعبر الثورات العلمية. ومرد هذا الأمر الى ضرورة حصر البحث في موضوع يتّسع له حجم هذا الكتاب وليس لأية أسباب فلسفية أو ايديولوجية مسبقة.

لم أتماد أكثر من اللزوم في توصيف دور العرب في عملية تطوير الفكر العلمي لضرورة العدل في توزيع مساحة الكتاب، لكنني أزعم أنني قد أضأت على جوانب لم تُعطَ حقّها من قبل.

حاولتُ في هذا الكتاب التركيز على تحديد موقع العلم في حضارة الإنسان وعلى أهميته ودوره وتأثيره على ادراك الإنسان ومعرفته وعلى مستواه الحضاري. وكان من الطبيعي التطرّق الى حقول نجاحه وحدود فشله والى مهماته المستقبلية والى مصيره بشكل عام.

إنّ ما دفعني الى هذا العمل كان في جانب منه فضول علميّ، كما ذكرت، وفي الجانب الآخر رغبة في وضع ما جاء فيه من معلومات بتصرف مُحبّي المعرفة وخاصة الطلّاب والتلامذة. وقد هالني أن نُدرّسُ طلّابَنا في الجامعات نظريّات عمرها مئات السنين ويبقى معظمهم يجهل روحيّة العلم ومهمّاته الحالية والمستقبلية.

الفصل الأول

العلم جزء من حضارة الإنسان

لوعدنا بعكس الزمن بعيداً إلى الوراء لتفحص حياة الإنسان في كل العصور الغابرة والتعرف إلى مستوى معيشته والى الأدوات التي كان يملكها ويستعملها، وللاطلاع على مقدار معارفه وطرق ومستوى تفكيره، ولو قارنا كل مقومات عيشه بين عصر وآخر لوجدنا علاقة واضحة بين مستواه العلمي وامكاناته التقنية وبين مستوى معيشته وطريقة تعاطيه مع الطبيعة المحيطة به. هذه العلاقة لم تكن دائماً في نفس الوضوح، وربما كانت غير واضحة للبعض في بعض المراحل التاريخية، خاصة في مرحلة مشاعية الإنسان البدائية، لأن الإنسان الأول لم يكن يختلف كثيراً في أسلوب عيشه البدائية عن أساليب عيش الحيوانات التي عايشته تلك المرحلة. فالإنسان البدائي لم يكن يملك في نظر البعض لاعلماً ولاحضارة، مع أن هذه المسألة بحاجة الى تدقيق.

لكن الحضارة لا تبدأ من فوق الصفر بكثير ولا تبنى على العدم، ولا بد لها من بداية ولو متواضعة، "فاكتشاف" الحجر المسنن واستعماله اداة لصيد الحيوانات، أو لقطع الأغصان، كان بداية من بدايات الإكتشافات والإختراعات التي نمت وتطورت على مر التاريخ، كان نموها بطيئاً في بداية الأمر، ثم تسارعت وتائر تطورها الى أن وصلت الى الحد الذي نعرفه في هذا الزمن- الى

الحد الذي نستطيع معه تحقيق رحلتنا بعكس الزمن التي اقترحناها في هذه الفقرة. هذه الرحلة لم تكن واقعية قبل مئتي عام، ثم أصبحت ممكنة في الوقت الحاضر فكلما ابتعدنا عن الماضي يخولنا العلم أن نصبح أقرب اليه، فمن عاش قبل الفي عام يعرف عن حياة الإنسان القديم وعن بداية الحياة أقل مما نعرفه نحن بكثير.

الإنسان الذي افترق منذ بداياته الأولى عن عالم الحيوان، وعن عالم النبات طبعاً، قد بنى لنفسه حضارة تتسع كل يوم، وفي ذلك خاصة هامة، ولعلها الخاصة الأهم، في خواص الإنسان.

وقد يكون من المفيد أن نعطي العلم أوراقه الثبوتية قبل التوسع في شرح وظائفه واستراتيجيته وخططه وطرق عمله، فهو من خاصيات الإنسان دون غيره من الكائنات، ومرة أخرى، فهو جزء من حضارة الإنسان التي كانت أدوات صيده الأولى ووسائل انتاجه البدائية أولى ظواهرها. وكان اجدادنا الأوائل أول من بدأ بتأسيس هذه الحضارة التي ما زالت مستمرة وفي حالة تطور حتى اليوم. الأدوات البدائية هي التي ساعدت الإنسان على الإستمرار في الحياة وأمنت البقاء للجنس البشري، وحمته من الأخطار الخارجية، والأدوات المتطورة هي التي ساعدته فيما بعد على تغيير الظروف المحيطة به.

لقد لعبت الحضارة الإنسانية الدور الأهم في حماية حياة البشر وتسهيل سبل عيشهم عبر تأمين الغذاء والحماية من الأعداء، وتغيير الظروف المحيطة لكي تصبح أكثر ملاءمة للحياة. وعلى عكس الحيوانات والنباتات التي تتأقلم مع الظروف المحيطة فإن الإنسان يؤثر في محيطه ويغير في ظروفه ويسعى دائماً الى الأفضل. والحضارة الإنسانية التي تميز الإنسان عن باقي الكائنات تشمل فعاليات عدة، والعلم منها إن لم يكن أهمها.

يمكننا إذاً، ان نصنف العلم على أنه جزء من حضارة الإنسان، وان نصنف المعارف العلمية، على أنها جزء من ثقافة الإنسان، بغض النظر عن مكانة هذه الثقافة في سلم الأولويات.

ولكي تقوم الحضارة بواجبها تجاه الإنسان تتعاون كل فروع هذه الحضارة فيما بينها. والعلم كواحد من هذه الفروع يتكامل مع المكونات الحضارية الأخرى فيساهم في حماية الإنسان وفي تحسين معيشته...

ان حماية الحياة من الأمراض ومن الظروف الخارجية، من جهة، وتطوير أساليب العيش بشكل دائم، من جهة أخرى، يتطلبان فهم ما يدور حولنا، حيث لا بد من ادراك الواقع والحصول على أكبر قدر من المعلومات عن الطبيعة بكل مكوناتها الحية والجامدة. ولا بد من دراسة الإنسان نفسه، دراسة تركيبه الجسماني، ومتطلباته الجسدية والنفسية، وامكاناته الصحية والعقلية وغيرها. من هنا نرى دور العلم رائداً في هذا المجال، فهو الأقدر على تنفيذ المهمات الحضارية والإجابة عن الأسئلة المطروحة في شتى المجالات.

والعلم متميز عن باقي فروع الحضارة الإنسانية، فهو يتميز عن الفن بالموضوعية والعقلانية واستخدام المفاهيم والنظريات لا النماذج الفنية (العلم يسعى إلى تعميم الملاحظات والمشاهدات الفردية الخاصة وصياغة القوانين والنظريات التي تقود اليها هذه المشاهدات، بينما يسعى الفن الى تخصيص العام وسبكه في نماذج فنية)؛ ويختلف العلم عن الفلسفة بامكانيته على التدقيق في معلوماته واختبار نظرياته للتأكد من صحتها وصحة استنتاجاته؛ ويختلف العلم عن الدين باعتماده على العقل دون الإيمان المسبق؛ ويختلف عن الميثالوجيا في كونه يتعاطى مع أجزاء العالم، ويتعاطى مع صياغة القوانين. والعلم يرفد عالم المعرفة بالمعارف العلمية التي تتكون من معطيات يتم التحقق منها بواسطة التجربة، ومن استنتاجات يتم التوصل إليها على قاعدة قوانين المنطق. هذه المعارف العلمية هي الأقدر على المساهمة في فهم العالم لتحويل وتعديل ما لا يتناسب منه مع أسلوب عيش الإنسان (بغض النظر عن رأينا في هذا التعديل).

العلم ينتج المعارف العلمية فيتم الإعلان عن بعض هذه المعارف ويبقى البعض الآخر كجزء من أسرار الدول والمؤسسات الممولة.

ويشمل العلم حالياً حوالى 15 ألف فرع من موضوعات مختلفة. وحتى نهاية القرن العشرين كان عدد العلماء، والعاملين في حقل العلم حوالى خمسة ملايين شخص، أي حوالى الواحد بالألف من سكان الكرة الأرضية. وهناك مئات الآلاف من المجلات العلمية المسجلة التي تنشر نتائج الأبحاث العلمية، أو تعمل على تقديم هذه النتائج مبسطة إلى القراء، هذا اضافة الى مواقع الإنترنت التي لا تحصى. والجدير بالذكر ان حوالى 90% من نجاحات العلم قد تحققت في القرن العشرين.

المعارف العلمية، كما ذكرنا، هي مجموعة من المعارف الموضوعية، تنتجها النشاطات العلمية، من أبحاث وتجارب وفرضيات ونظريات. ويتم تمييز ثلاثة حقول من هذه المعارف هي:

- أولاً: المعارف عن الطبيعة، وتقوم بانتاجها العلوم الطبيعية.
- ثانياً: المعارف عن المجتمعات، وتقوم بابرازها العلوم الاجتماعية.
- ثالثاً: المعارف عن الإنسان، ككائن يفكر وله شخصيته، وتعتبر من اختصاص العلوم الإنسانية بشكل رئيسي.

هذه الحقول العلمية ليست على تناحر فيما بينها، رغم أنه يوجد بينها فروقات كبيرة، ففي العلوم الطبيعية، مثلاً، يجب أن يكون التحليل (والتجربة أيضاً) موضوعياً لا يتأثر بالإنسان، أما في العلوم الإنسانية فإن الإنسان هو المحور والموضوع. لذلك تتأثر النتائج بالشخص ولو كان الباحث مجرداً عما حوله. فالعلوم الإنسانية التي تدرس الآدمي وتعطيه تقييماً معيناً، لا بد أن تأخذ في الحسبان المعايير الأخلاقية؛ بينما لا يمكننا ان ننعت الظواهر الطبيعية مثلاً بالقبيحة أو اللئيمة أو الطيبة او ما شابه ذلك من صفات... هناك مكان لذاتية الموضوع وهنا مطلوب موضوعية الى آخر الحدود (مع الإحتفاظ بالتفريق بين انشطار الذرة كعلم، وبين صنع القنبلة الذرية كنزعة عدوانية عند الإنسان).

وهناك حقول تتطلب الإستعانة بأكثر من فرع من فروع العلم؛ هذا ما نراه مثلاً أثناء دراسة المحيط الحيوي ومشاكل البيئة. فعند البحث عن حلول للتدهور

البيئي تتم الإستعانة بقوانين الفيزياء والكيمياء، لدراسة الغلاف الجوي؛ وبعلم النفس وعلوم الحياة، لمعرفة سلوكيات الكائنات، وهكذا دواليك...

ولقد وصل الإنسان اليوم الى مرحلة يصعب فيها تصوره مستمراً في حضارته بدون العلم. فالعلم يؤمن في أيامنا حتى البقاء على قيد الحياة للجزء الأكبر من بني البشر، فلولا العلم لقضى الكثيرون برداً وجوعاً ومرضاً. ومما لا شك فيه ان للعلم دوراً ريادياً في هذا العالم، وان لم يكن يلعب دوراً قيادياً في حياة كل المجتمعات.

المعارف العلمية والمعارف غير العلمية

العالم من حولنا مليء بالحقائق وغني بالمعلومات، غنى تنوعه واتساعه وامتداد تاريخه؛ فكوكب الأرض عمره أكثر من 4.6 مليارات سنة، والكائنات الحية ظهرت عليه منذ مئات ملايين السنين. أنواع الكائنات الحية تعد بالملايين، وأنواع المركبات الكيميائية تعد بعشرات الآلاف، وكل هذه الأنواع على تماس فيما بينها وتربطها علاقات متبادلة، وتربطها علاقة بأشعة الشمس وبالاشعاعات الآتية من أعماق المجرات البعيدة، فما أكثر ما يمكن ان نعرفه أو نتعرف عليه من حقائق ومعلومات... لكن هل كل المعلومات التي نتلقاها، أو نتوصل إليها يمكن نعتها بالعلمية؟ وهل المعلومات العلمية وحدها هي المعلومات الصحيحة والضرورية؟ هل المعلومات العلمية دائماً صحيحة، هل هناك حقائق خارج إطار العلم؟ وما الفرق بين معلومة علمية وأخرى غير علمية؟...

في أجوبتنا المختصرة على هذه الأسئلة نقول: ان هناك حقائق ومعلومات قد تجمعت على امتداد وجود الإنسان على هذه الأرض، منها معلومات موضوعية عن العالم وعن الحياة، ومنها ما هو ناتج عن نشاطنا اليومي وتفاعلنا الحيوي مع الطبيعة ومع بعضنا البعض، ويمكننا تصنيف هذه المعلومات الى

علمية وغير علمية، بعضها علمي وبعضها لا يدعي ولا يريد الإنتماء الى العلم. فلو جمعنا كل المعارف والمعلومات في" بنك للمعلومات" لوجدنا ان المعارف العلمية تشكل جزءاً من موجودات هذا البنك ولا تشكل كل موجوداته.

من الحقائق غير العلمية ما هو صحيح بنسبة مئة في المئة ومنها ما هو خاطئ بكل تأكيد؛ فمعلومة "ان الله واحد" هي حقيقة صحيحة مئة في المئة، لكنها حقيقة غير علمية، بل هي خارج اطار العلم؛ ومقولة " فلان يمارس الرياضة كل صباح" قد تكون صحيحة مئة في المئة، لكنها ليست حقيقة علمية. وعندما يخبر الجار جاره بأن محلاً للكتب قد افتتح في الشارع الذي يسكن فيه وان اخاه الصغير يذهب كل صباح إلى المدرسة، خمسة أيام في الأسبوع، وانه يرتدي مريولاً أزرق وانه ينتقل من المدرسة واليها بواسطة " الأوتوكار" فانه بذلك يعطيه معلومات صحيحة لكنها غير علمية. فهناك شروط ومعايير تميز الحقائق العلمية، فلا تنتمي أية معلومة الى حقل العلم إلا بتوفر هذه الشروط والمعايير.

من أهم المعايير التي نميز بها المعارف العلمية عن المعارف غير العلمية معيار **الموضوعية**، فإذا توصل أحد العلماء الى نتيجة علمية معينة يجب ان يتوصل اليها نفسها أي عالم آخر فيما لو اتّبع نفس الطريقة التي اتّبعها العالم الأول، فالنتائج العلمية يجب أن تكون مستقلة عن العالم الذي يتوصل اليها، والا كانت علمية لفئة من الناس وغير علمية لفئة أخرى! وهذا ما لا يجوز في اطار العلم. ومن المعايير العلمية أيضاً **يقينية** المعارف العلمية، فالعالم يقوم بفحص نتائجه بصورة دائمة للتأكد من صحتها. ويتميز العلم **بنقديته**، فهو يخضع استنتاجاته للشك واعادة النظر عندما لا تصمد أمام التجربة والبرهان. ولا يتوانى العلم عن شطب أية نظرية اذا لم تصمد أمام التجربة مهما كانت هالتها ومهما طال الزمن الذي سادت خلاله. ومن المعروف في العلم أن القانون الذي تثبت صحته آلاف التجارب يتم دحضه وسحب "شرعيته" اذا لم يصمد أمام تجربة ولو واحدة. لذلك يركز **مبدأ الخضوع للتكذيب** على البحث عن التجارب

المضادة التي تثبت خطأ القوانين أو النظريات. ان الحقيقة العلمية لا تخجل ولا تخاف من الخطأ، فهي على استعداد للإعتراف بكل أخطائها، وربما كان في ذلك سر نجاح العلم الذي "لا يتشبث برأيه عن غير حق".

ومن منهجية العلم في تفنيد الحقائق **مبدأ التحقق**، فاعتماداً على هذا المبدأ يجب أن يخضع كل رأي جديد للتجربة المباشرة لكي يكون ذا مغذى. واذا كان من الصعب اخضاع بعض النظريات العلمية المتطورة للتجربة، فإنه من الضروري اللجوء الى التحقق من علميتها (من صحتها) بطرق غير مباشرة، كأن يتم التحقق من استنتاجاتها؛ فإذا كنا لا نستطيع رؤية الإلكترونات للتحقق من صحة نظرية الكهرباء فإن بامكاننا رؤية عمل المحركات الكهربائية، ورؤية نور المصباح الكهربائي وغيره، ونحن نستخدم الراديو والتلفزيون يومياً على أية حال. ان مبدأ التحقق يساعدنا على تصنيف النظريات الى علمية وغير علمية.

ومن معايير العلم **النظامية أو النسقية**، فالعلم ليس مجموعة من المقولات الصحيحة، بل هو نظام متكامل لا يمكن حذف أي جزء من بنائه بدون أساس موضوعي صحيح. والمعارف العلمية تقدم كأنظمة فيها مبادئ- منطلقات وبديهيات أساسية (Axioms) تستخرج منها أو على أساسها، معارف ومعلومات.

ان بنك المعلومات لا يشكل علماً، فالعلم نظام منسق ومتكامل فيه بنك من المعلومات، اذا صح التعبير، تزداد موجوداته يوماً بعد يوم، بل لحظة فلحظة. لكن النظامية أو النسقية لا تؤمن بمفردها الشرط الكافي للانتساب الى العلم، فهناك بعض قطاعات المعرفة التي تتمتع بنظام (مثل الدين) لكنها ليست علماً.

والعلم ليس نظاماً معرفياً وحسب، بل هو نشاط للحصول على المعلومات (المعارف) حيث يتطلب ذلك وجود **منهجية** لانجاز أبحاث نظرية وتطبيقية، ووجود أشخاص مختصين بالقيام بهذه المهمة.

ومن معايير العلم **العقلانية** التي تعترف بوجود العلاقات السببية وتحترمها، وتتطلع الى الكون **بنظرة شمولية**. ومن معايير العلم **تجريبيته** و"**تريبضه**"، أي

امكانية وجود طرق تجريبية للبحث وامكانية استعمال الرياضيات في فروع العلم المختلفة. هاتان الميزتان تعتبران من خصائص العلم الحديث وامتداداته التطبيقية.

هناك مجالات علمية يصعب علينا اخضاعها لأحكام التجارب العلمية مثل الدراسات العلمية عن الكون والثقوب السوداء، مثلاً، لكن ذلك لا ينفي علميتها. وهناك فروع أخرى لم تدخلها الرياضيات على نطاق واسع ومع ذلك حافظت على المعايير العلمية الأخرى.

ان الإهتمام بالنظريات العلمية هو في أحد جوانبه حافز للبحث عن الحقيقة من أجل الحقيقة؛ فعندما يكون العلم متجهاً لحل المسائل التطبيقية فقط فانه لا يبقى علماً بكل معنى الكلمة حيث يجب أن تدخل في أساس العلم النظرة الشمولية وان يكون هناك مكان للإهتمام المجرد بالعالم المحيط وبأسراره وبالحقائق المختبئة في زواياه، حتى ولو لم يكن هناك مصلحة مادية مباشرة للباحث (أو للممول)، ففي ذلك سرّ من أسرار ولادة الأفكار العلمية الخلاقة.

هذه المعايير لم تكن متوفرة جميعها في كل النشاطات العلمية التي عرفها الإنسان على امتداد حضارته. لذلك لم تكن النتائج العلمية التي توصل اليها الإنسان تتمتع بنفس الدقة. وهذا أمر طبيعي، فالوعي العلمي ليس له حدود والحقائق المطلقة لا يمكن الوصول اليها بسهولة، لذلك يجب النظر الى المعارف العلمية على أنها غير مكتملة ومرشحة للتطور والتعمّق والإتساع. الحقائق التي نعرفها هي حقائق نسبية، وهي قليلة نسبياً، فكلما عرفنا عن الكون أكثر كلما اكتشفنا ان ما ينقصنا أكثر، فـ"كل وعاء يضيق بما فيه إلا وعاء العلم فإنه يتسع".

أن مسألة التأكد من مدى علمية المعلومات التي تصلنا، والنظريات التي تطرح علينا، ليست مسألة بسيطة وفي متناول كل إنسان، فقد تلتبس علينا أحياناً عملية البت في علمية هذه المعلومة أو تلك، لكن الرجوع الى المعايير العلمية من شأنه ان يقينا خطر الوقوع في شرك الكثير من النظريات الخادعة. هذه المعايير لا يمكن تطبيقها بصرامة على علوم الاقدمين، طبعاً، والا لكان في

الأمر بعض الغبن. من هنا كانت الإختلافات كثيرة في وجهات النظر عند تصنيف علوم الحضارات القديمة ومدى انتمائها الى حقل العلوم.

ان مجموعة من المعلومات لا تشكّل علماً، كما ذكرنا، مهما كبرت هذه المجموعة، كما ان عملية جمع المعلومات لا تشكل لوحدها علماً، الاّ اذا ترافقت مع منهجية معينة وآلية لاستنباط ما سيأتي لاحقاً اعتماداً على ما هو موجود أو ما جمع من معلومات، كذلك هو وضع علم الإحصاء. فقد نقوم مثلاً باحصاء عدد سكان لبنان في كل عام وننشر النتائج في الكتب والمجلات وعبر وسائل الإعلام، ولن يكون في ذلك علم أو معرفة علمية. أما اذا حسبنا معدل الزيادة السنوية في عدد السكان (كحد وسطي للزيادات في عدة سنوات ماضية) واعتمدنا على ذلك لكي نتنبأ بطريقة علمية عدد سكان لبنان بعد ثلاثين عاماً أو أكثر، فإن معلوماتنا تصبح عند ذلك معلومات علمية.

والعلوم كما هو معروف لا تتمتع بنفس الدّقة العلمية، ولعل دراسة المادة الجامدة تسمح بالحصول على نتائج أكثر دقة من تلك التي نحصل عليها أثناء تعاطينا مع الكائنات الحية ومع تصرفات هذه الكائنات وعلاقاتها مع بعضها البعض (مواضيع العلوم الإنسانية تقع ضمن هذه العلاقات) والمعروف ان في العالم الواقعي جملة عوامل ومتغيرات، غالباً ما نهمل بعضها أثناء دراستنا العلمية لكي نسهل عملية الحسابات الرياضية، أي أننا ندرس حالات خاصة تتناسب مع مقدراتنا الرياضية والتكنولوجية والحضارية بشكل عام. فلو أخذنا المثل الذي يعرفه كل تلميذ قد تابع المرحلة الثانوية في المدرسة، أي مثل القذيفة المدفعية التي يتم رسم مسارها بناء على حسابات تأخذ في الحسبان جاذبية الأرض، سرعة انطلاق القذيفة والزاوية بين اتجاهها الأولي وسطح الأرض. في مثل هذه القذيفة نجد أن دراستها تهمل مقاومة الهواء وتعتبرها ثابتة، بغض النظر عن المكان والزمان، كما تهمل نسبة الرطوبة والإرتفاع عن سطح الأرض وما شابه ذلك. لذلك لا تأتي النتائج دقيقة مئة في المئة، اذ لا نستطيع تحديد مكان سقوط القذيفة بدقة تصل الى السنتيمتر أو المليمتر مثلاً.

وعندما نتحدث عن المسافة بين الكواكب والنجوم والمجرات فإن نسبة الخطأ تكون كبيرة لسوء الحظ، لكن المهم أننا نحصل على نفس النتائج فيما لو تغير الشخص الذي يجري عملية القياس ونصل الى نفس النتائج فيما لو كررنا العملية آلاف المرات.

أما في العلوم الاجتماعية والإنسانية فإن نسبة الدقة لا يمكن أن تكون كبيرة لأن في هذه العلوم بعض الجوانب التي لا تعتمد على الموضوعية، بل على ذاتية الإنسان الذي يشكل مادة هذه العلوم.

من جهة أخرى نلاحظ أن العلم لم يتمتع على امتداد تاريخه بنفس الضوابط والمعايير؛ فقد كان في طفولته جزءاً من التقنية البدائية، وشكل في بعض مراحله جزءاً من الفلسفة التي تمكنت منه طيلة الفترة التي سادت فيها فلسفة أفلاطون وأرسطو.

وقد بدأ العلم ينتزع استقلاليته وهيبته منذ القرن السابع عشر، أي عندما بدأت مرحلة اخضاع النظريات العلمية للتجربة على يد غاليليه وأنصاره. كان ادخال التجربة كمعيار التحقق من صحة النظريات العلمية خطوة مستجدة على العلم ومستغربة في بداية الأمر؛ الا أنها قد أثبتت فعاليتها وصارت الشرط الذي لا بد منه في اثبات أية نظرية علمية تطبيقية. وقد جرى نقاش واسع في حينه حول صلاحية أن تكون التجارب الحاسمة مقررة لصحة أية نظرية. وكان فرنسيس بيكون من المؤيدين لهذه الفكرة. ورغم كل المعارضات والإعتراضات، فقد جرى تثبيت الإعتراف بأن كل مقولة علمية يجب ان تكون مقرونة بالملاحظة والتجربة.

إن أغلب النظريات العلمية تتم صياغتها في قالب رياضي، أي على شكل معادلات رياضية، فالرياضيات هي لغة العلم. ويتم تظهير الاستنتاجات أيضاً بواسطة الرياضيات. وفي كثير من فروع العلم، خاصة في الفيزياء النظرية، نجد ان الوصول الى النظريات والقوانين العلمية يتم بواسطة البراهين الرياضية ثم يأتي بعد ذلك دور التجارب العلمية لتقول الكلمة الفصل.

وباختصار شديد يمكننا القول ان المعارف العلمية هي مجموعة المعارف الموضوعية عن الوجود، التي تغطي الطبيعة والمجتمع والإنسان وتتوافق مع المعايير العلمية التي أتينا على ذكرها.

وظائف العلم

اذا كان العلم قد دخل حضارتنا دون استئذان في بادئ الأمر فإن مدنيتنا تخصص اليوم ميزانية لا يستهان بها لتمويل مؤسسات العلم ومشاريعه، حيث لا توجد دولة في العالم إلا وتخصص جزءاً من ميزانيتها لمؤسساتها العلمية. فكل فرد في هذا العالم يساهم، اذاً، عن طريق الضرائب التي يدفعها بجزء من هذه الميزانية. هذا مع أن الآدميين غير متساوين من حيث الكلفة التي يساهمون بها لتطوير العلم، وهم طبعاً غير متساوين من حيث الإستفادة من نتائجه ونجاحاته؛ ينطبق هذا على الدول والشركات والأفراد (وهم ليسوا في نفس درجة الحماس لتطوير العلم على أية حال). فهل من الحكمة الإستمرار في دعم العلم وتبنيه؟ وهل يستحق العلم كل هذه الكلفة وهذا الإهتمام؟

لقد بدأت تعلو في الآونة الأخيرة أصوات تعتبر أن العلم قد " أدى قسطه للعلى" ولم يعد له ما يفعله، ولم نعد بحاجة الى خدماته... لكن ولحسن الحظ أن هذه الأصوات بقيت أصواتاً منفردة والعلم يجدد شبابه عل كل مفترق وفي كل محطة.

لكي تؤمن استمراريتها في الحياة ولكي تطور أساليب عيشها على هذه الأرض، لا بد للأسرة البشرية من فهم العالم الذي تعيش فيه. لا بد من فهمه كما هو أولاً لكي تعرف كيف تحافظ على ديمومته وسلامته وتسعى من ثم الى تحسين وتطوير أساليب العيش فيه. ومن أجل كل هذه المهمات يبرز العلم كضرورة لا بد منها ولا تملأ مكانه أية فعالية أخرى لأنها لا تستطيع القيام بنفس الدور والوظيفة. فما حضارتنا إلا جملة من المعارف وجملة من المكونات

والفعاليات التي تساعد على التأقلم مع هذا العالم والتمتع به وتغيير بعضه لجعل الحياة أكثر سهولة وسعادة، وليس لذلك أمضى من العلم سلاح. فهو يقدم للإنسانية أكبر الخدمات ويقوم لذلك بوظائف لا حصر لها فهو:

1- يصف لنا الظواهر في هذا العالم ويقوم بدراستها ودراسة أسبابها، ومن هنا تبدأ عملية صياغة قوانين الطبيعة، وهي وظيفة هامة من وظائف العلم. ثم ينقل الوصف إلى تصنيفات فيضع كل ظاهرة في خانتها المناسبة ضمن النظام العلمي الواسع والمتكامل.

2- وبعد تفسير الظواهر الطبيعية وتوضيح أسبابها، يقوم بدراسة وتوضيح اتجاهات تطورها وآفاقها والحدود التي يمكن أن تصلها.

3- يقوم بتنفيذ الوظيفة المعرفية فيكتشف ويشرح سنن الطبيعة، ثم يستشرف آفاق المستقبل ويتنبأ باكتشافات جديدة. هذه الوظيفة التي تؤمن المعرفة للإنسان تجعله يشعر بالثقة فيسلط الضوء على المسائل المجهولة ويؤسس لبرامج الأبحاث المستقبلية والبعيدة المدى.

4- يقوم بتسهيل امكانية استعمال المعلومات التي يتم الحصول عليها ويساهم في تطوير وسائل انتاج الإنسان وتطوير التكنولوجيا بشكل عام، وتنظيم الحياة الاجتماعية وتطوير التوجيه الاجتماعي. هذا اضافة الى الوظائف التطبيقية الأخرى، فالعلم لا يستطيع أن يكون منقطعاً عن قطار الحياة.

والعلم يقدم خدماته أيضاً للفعاليات الإنسانية والمعرفية الأخرى مثل الدين والفن وغيره (وذلك بالتكافل والتضامن مع التكنولوجيا).

ان المتتبع لتاريخ العلم يجد انه قد نجح الى حد بعيد في عدة وظائف، وخاصة في الوظائف التالية:

1- الوظيفة البحثية

فقد بحث العلم ودون انقطاع في سببية الواقع الموضوعي ووجد اسباباً للكثير من الظواهر التي كانت تعتبر محيرة.

2- الوظيفة التعليمية

في اطار هذه الوظيفة يتم انتاج الوعي العلمي ونشر الثقافة العلمية، ويتم انتقال التصورات العلمية من نظام بحثي الى نظام آخر. ويتحقق جزء من ذلك أثناء اعداد الكوادر العلمية ضمن نظامي التعليم المدرسي والجامعي، فتتم المحافظة على تتابع التقاليد العلمية.

3- وظيفة التواصل

يتم بموجب هذه الوظيفة تبادل المعلومات بين أعضاء المجتمع العلمي عن طريق نشر النتائج العلمية، تنظيم المؤتمرات العلمية، النقاش العلمي وما شابه... كل هذه النشاطات تساهم في تفعيل النشاط البحثي العلمي.

4- الوظيفة الاجتماعية

يعتبر العلم من أهم عناصر الحضارة البشرية، وعاملاً مؤثراً جداً في تحديد الوعي الاجتماعي، وفاعلاً في دينامية العملية التاريخية. وتطور العلم مؤشر صادق للدينامية الإيجابية في مدنيتنا.

ويلاحظ أنه حتى بدايات القرن التاسع عشر ظل العلم يحمل طابعاً فطرياً، فلم يكن تأثيره كبيراً على العمليات الاجتماعية- الحضارية لكنه،ومنذ أواسط القرن العشرين أصبح يشكل نظاماً متكاملاً ومسؤولاً الى حد كبير عن الدينامية العملية في الوعي الاجتماعي.

ان وظائف العلم المتعددة لم تكن على قدم المساواة من حيث الأهمية في كل العصور التاريخية. ففي كل مرحلة كان يتم التركيز على وظيفة دون أخرى، وذلك تبعاً للزمان والمكان وتبعاً للظروف الاجتماعية والحضارية. ففي العصر الإغريقي مثلاً، كان التركيز على الوظيفة العقائدية، أي على الرؤية الشمولية للعلم- تلك الوظيفة التي تقربه من الفلسفة وفي العصور الوسطى كانت الأهمية للوظيفة التعليمية حيث تركز العلم في الجامعات، في ظل ما سمي بالمذهب

المدرسي الذي سنتحدث عنه فيما بعد. أما في العصور الحديثة فإن التركيز يجري على الوظيفة البحثية (الا في المجتمعات الإستهلاكية وشبه الطفيلية التي لا تحس بوجود العلم الا عبر وظيفته التطبيقية- الإنتاجية).

عقيدة العلم

يمكن تقسيم الوظائف التي يقوم بها العلم الى وظائف يقوم العلم بموجبها بخدمة الإنسان، وأخرى يسهل بموجبها علاقة الإنسان بالطبيعة والى وظيفة يهتم العلم بموجبها بنفسه لكي يضمن استمراريته وتقدمه ومبرر وجوده. فالعلم يحمل عقيدة لكنها ليست عقيدة اية مجموعة بشرية مهما ادعت انها الأقرب الى العلم والى الحقيقة، فالعقائد السياسية والمذاهب الفكرية هي عقائد اختار ان يختلف على أساسها البشر، أما عقيدة العلم فهي عبارة عن صورة شاملة ومتكاملة للعالم. ومن أجل تعديلها وتظهيرها يستعمل العلم كل المعلومات التي يتم الحصول عليها، الجديد منها يضاف الى القديم والخاطئ منها يحذف أو يتم تعديله.

وتعتبر هذه الوظيفة من أهم وظائف العلم لأنها تعطيه امكانية صياغة الصورة العلمية للعالم- صورة النظام الكامل التي تعطي بياناً بكل سنن الطبيعة وخواصها، على أن يكون هذا البيان قابلاً للتنقية والتعديل والتوضيح بصورة دائمة.

ان مجموعة التطورات العلمية أو النجاحات في نظام التقدم العلمي تشكل اسس العقيدة العلمية، فهي نظام يحتوي على المبادئ والمفاهيم والتصورات والقناعات التي تشكل المدخل الكامل الى الواقع الموضوعي.

وفي عنوانها الأعم، تتصل العقيدة العلمية بعلاقة الإنسان العقلية وبالطبيعة المحيطة به في كل العصور السابقة واللاحقة.

الآن يمكننا أن نجزم بأن العلم قد أنجز عقيدته العلمية جامعاً وظائفه

العديدة التي اجتمعت على مر التاريخ ليحتل مكاناً مميزاً في العملية الاجتماعية- الاقتصادية- الثقافية في المجتمعات المواكبة لحركة التاريخ.

تصنيف العلوم

قد لا ينتبه القارئ في بعض الأحيان الى أن كلمة علم قد اصبحت الترجمة العربية لكلمة (Science) الإنكليزية (أو اللاتينية) ولان الكلمة العربية عمرها آلاف السنين بينما تم اقتراح واعتماد المصطلح اللاتيني في النصف الأول من القرن التاسع عشر فمن الطبيعي أن لا يعبرا عن نفس المعنى تماماً، خاصة وان مفهوم العلم قد تطور على مر العصور كما سنرى في فصل لاحق من هذا الكتاب. وان كنت لا أود الغوص هنا في التفسيرات اللغوية وأفضل تأجيل ذلك الى بحث آخر إلا أنه لا بد من التنويه الى ان كلمة علم في لغتنا العربية تحمل معان واسعة جداً، حتى أنه في بعض الأحيان يصعب تمييزها عن كلمة معرفة. بينما ظهر (مصطلح (Science) ومصطلح (Scientist) أيضاً) قبل حوالى المئتي عام في الجامعات الأوروبية للتعبير عن النشاطات في حقول الرياضيات، الفيزياء، الكيمياء وغيرها من العلوم الطبيعية. لذلك يجب أن لا نتوقع أن تكون التصنيفات القديمة للعلوم متطابقة مع التصنيفات الحديثة، فهناك فروقات " تاريخية" لا بد من التنبه لها.

ان أول تصنيف للعلوم صمد ووصل الينا كان مصدره بلاد الإغريق، وتحديداً أرسطو (422-384 ق.م) الذي صنف الفلسفة " كعلم متكامل" الى فلسفة نظرية وفلسفة تطبيقية، وأخرى خلاقة. وقد أطلق تسمية الفلسفة النظرية على الفيزياء والرياضيات واللاهوت.

وبعد أرسطو كان هناك تصنيفات كثيرة للعلم في التاريخ، منها تصنيف للفارابي (875-950) وتصنيف لإبن الهيثم (965-1039) وآخر لفرنسيس بيكون (1561-1626).

وفي القرن العشرين جرى تصنيف العلوم في اتجاهين اثنين الأول افقي والثاني عامودي. **أفقياً، تم تقسيم العلوم الى ثلاثة هي:**

1- العلوم الطبيعية، أي نظام المعرفة العلمية عن الطبيعة بأكملها؛

2- العلوم التقنية (أو التكنولوجية)، وهي علوم موجهة لإيجاد معرفة علمية للأنظمة التقنية؛

3- العلوم الإنسانية، وهي موجهة لإنتاج معرفة عن المجتمع وعن الإنسان في نشاطه الحضاري، عن النظم والظواهر والعمليات في المجتمع وعن الدولة والعلاقات الحقوقية والسياسية والسوسيولوجية والاقتصادية. وتشمل العلوم الإنسانية فروع : العلوم الاقتصادية، الحقوق، العلوم الاجتماعية، العلوم السياسية وغيرها.

وتقسم العلوم عامودياً الى علوم أساسية وعلوم تطبيقية.

العلوم الأساسية

وتشمل فروع الفيزياء، الكيمياء، البيولوجيا، علم الفلك، علم الكون وغيره. وهي المختصة بابراز سنن ومبادئ التطور في الطبيعة. الأبحاث التقليدية في هذه العلوم لا تجري بقوة الإحتياجات الخارجية (الاجتماعية والاقتصادية على أنواعها)، بل بقوة المحفزات الفطرية الداخلية، بالدرجة الأولى. لذلك لا تملك العلوم الأساسية توجهاً عملياً واضحاً، في العمق، ولا تنحاز لمصلحة، فهي حيادية الى حد كبير وتعتبر الإكتشافات الجديدة في مجال العلوم الأساسية ذات تأثيرات مبدئية وكبيرة على رسم صورة العالم العلمية، وربما قادت الى تغييرات في السلوكيات الرئيسية للتفكير العلمي.

في العلوم الرئيسية يتم انتاج أساسيات الوعي العلمي، كما يتم تظهير المفاهيم والمبادئ والقوانين، وحتى تلك التي تشكل أسس العلوم التطبيقية.

العلوم التطبيقية

تعتمد على نتائج العلوم الرئيسية وتدرس تطبيقاتها، وتركز على حل مسائل تقنية- تكنولوجية ذات أهداف علمية أو اجتماعية- اقتصادية. علماً بان نتائج هذه العلوم قد تكون خيراً للإنسان فتنفعه، وقد تكون شراً فتضر به وبالبيئة المحيطة به، كل ذلك يتوقف على وجهة استعمالها ودائرة تطبيقها.

ان العلوم التقنية كلها هي علوم تطبيقية، لكن ليست كل العلوم التطبيقية علوماً تقنية، فهناك بعض العلوم التطبيقية- النظرية مثل فيزياء المعادن، فيزياء أنصاف الموصلات، الهندسة الوراثية وغيرها. وهناك طبعاً العلوم التطبيقية العملية مثل التعدين، تكونولوجيا انصاف الموصلات وغيرها.

أما علم الرياضيات فهو ليس جزءاً من العلوم الطبيعية كما أنه لا ينتمي الى العلوم التطبيقية، بل يقع بين الجهتين فالرياضيات تستعمل في العلوم الرئيسية وفي العلوم التطبيقية على السواء، كما أنها تستعمل في العلوم الطبيعية وفي العلوم الاجتماعية والإنسانية. وغالباً ما يطلق على الرياضيات صفة "لغة العلوم الشاملة"، أو "أساس العلوم".

والرياضيات علم عن العلاقات الكمية في حين أن فروع العلم الأخرى تعتبر أكثر تعاطياً بالعلاقات النوعية. والرياضيات تكتسب طابع الموضوعية والتجريد أكثر من غيرها، فالأعداد في الرياضيات لا تفرق بين حساب عدد الذرات وبين عدد العصافير أو البقرات.

العلوم الأساسية والعلوم التطبيقية تختلف وتتكامل لكنها لا تلقى نفس الاهتمام من قبل الدول والشركات. العلوم الأساسية تتجه للحصول على معلومات جديدة عن العالم المحيط، مواضيعها من داخل العلم، ويغلب على طابعها شعار العلم للعلم؛ في حين توجه العلوم التطبيقية اهتمامها لتحسين حياة الناس وتحقيق أهداف اجتماعية- اقتصادية، فيغلب على طابعها شعار العلم للمجتمع (وقد يطرح عليها أحياناً حل مسائل غير علمية!).

ونذكّر أيضاً بأن الاكتشافات والإختراعات التي يتم التوصل اليها، وهي تعد سنوياً بالآلاف، لا يجد الا القليل منها استعمالات في الصناعة، كما أن بعض الإكتشافات في العلوم الأساسية تشيخ ويتخطاها الزمن قبل أن يتم استعمالها والإستفادة منها، فالمجتمع يختار ما يحتاج اليه والتكنولوجيا تختار ما تقدر عليه.

والمهم في كل العلوم أنها، وبكل فروعها، تتفاعل فيما بينها، وتتأثر ببعضها البعض؛ فنظرية الكهرومغناطيسية مثلاً قد أصبحت، بعد وضع اسسها النظرية، أساساً لسلسلة من الفروع العلمية- التقنية، مثل الفيزياء الراديوية، التقنية الراديوية، الإلكترونيكا وغيرها. كما فتحت الميكانيكا الكانطية من جهتها المجال لظهور الأبحاث في عدد من الفروع التطبيقية، مثل فيزياء انصاف الموصلات وغيرها. وكما هو معروف أيضاً فإن الأبحاث في مجال الفيزياء النووية، وهي من العلوم الرئيسية، قد فتحت المجال لنشاطات تطبيقية أدت الى تطوير الطاقة الذرية.

إن فعاليات العلوم الطبيعية المختلفة (أفكار، نظريات، صياغة مفاهيم،..) تقود الى انتاج علوم جديدة ذات طابع تطبيقي. كما وأن العلوم التطبيقية ونجاحاتها على الأرض تؤثر بدورها بشكل نشيط وفعال على العلوم الرئيسية فتزيد مدى تطبيقيتها. فخلال الأبحاث التطبيقية تتجذر بعض النظريات وتظهر بعض الأفكار والطرق العلمية الجديدة؛ ومن المعروف مثلاً أن الأبحاث التطبيقية قد قادت الى اكتشاف جزيئات أولية جديدة وساعدت على فهم سلوكها الفيزيائي.

وخلال تطوير تقنيات تسريع الجزيئات الأولية تم التأكد من بعض التطورات النظرية في مجال العالم الصغري (microworld). وهناك علاقات وممرات أيضاً بين العلوم الطبيعية والعلوم الإنسانية (أو بعض فروعها على الأقل) حيث تستعمل في هذه الأخيرة طرق العلوم الطبيعية ونتائجها، فعلم النفس وعلم السلالات (الأنتروبولوجيا) مثلاً، لا يستغنيان عن علم الأحياء (البيولوجيا).

والرياضيات كما هو معروف قد بدأت تدخل العلوم الإنسانية على نطاق واسع. ولأن العلوم الإنسانية (والاجتماعية) مصنفة على أنها علوم (بخلاف الأدب والفن) فإن بينها وبين العلوم الطبيعية قاسماً مشتركاً. والقاسم المشترك الذي يجمع كل فروع العلم هو عمومية المبادئ ومنهجيتها. **فكل فروع العلم تخضع للمعايير العلمية العامة مثل النسقية، العقلية، الموضوعية، شمولية النظرية، النقدية، امتلاك منهج لقبول الجديد والخ...**

مبادئ العلم

رأينا في الفقرة السابقة أن الدراسة العلمية للطبيعة تنتهي الى صياغة العلم في نظريات، وهي قمة المعارف العلمية. ولكي تعكس هذه النظريات الواقع الى أقصى درجة يجب أن تعتمد على وقائع علمية، فإذا قررت النظرية العلمية ان أحد العقاقير الطبية يفيد ضد مرض معين (الإيدز مثلاً) فإن الوقائع العلمية التي تثبت هذه النظرية هي نتيجة التجارب المتكررة التي تثبت أن هذا العقار يشفي المصابين بهذا المرض. ومن جهة أخرى فإن تطوير النظريات العلمية يتطلب مجموعة من المقولات (categories)، القوانين والمبادئ.

ان كلمة مبادئ علمية تقابل كلمة (principium) اللاتينية التي تعني الأساس الأولي. والمبادئ أساسية في النظريات العلمية. المبادئ أشمل وأعم من البديهيات (axioms) فالبديهيات غالباً ما تستعمل في الرياضيات (مثل بديهيات اقليدوس).

خلال مسيرة العلم الطويلة تمت صياغة مجموعة من المبادئ العامة شكلت قاعدة العلوم الطبيعية، سنذكر فيما يلي بعضها على سبيل التذكير فقط.

مبدأ العقلية

مبدا العقلية أو المنطق العقلي سائد في الرياضيات والفروع القريبة منها. وكان هذا المبدأ رئيسياً في العلوم الكلاسيكية. أما في علوم ما بعد الحداثة فإن

هذا المبدأ أصبح بحاجة الى بعض الاضافات "الإنسانية" و"البديهية" وما شابه.

مبدأ السببيّة

ولد هذا المبدأ في احضان الفلسفة اليونانية وتحديداً الذرية. وكان له الصفة التقريرية في مرحلة بناء العلوم الكلاسيكية. أما في الفيزياء غير الكلاسيكية، خاصة في فيزياء الكم (الفيزياء الكوانطية) فقد تغيرت سطوة مبدأ السببية بعد أن ظهر مبدأ اللامحدودية أي مبدأ هايزنبرغ. فالفيزياء الكوانطية تأخذ بعين الاعتبار الاحتمالات.

لقد خدم هذا المبدأ في فترة من الفترات فكرة الحتمية. أما في الفيزياء الحديثة (غير الكلاسيكية) فإنه يعمل بطريقة مختلفة.

مبدأ الخضوع للتجربة

حسب هذا المبدأ فإن النظريات العلمية يجب أن تكون خاضعة للاثبات الامبيريقي، أي يجب أن تدعم باثبات المراقبة والتجربة. هذا المبدأ كان من صلب العلوم الكلاسيكية. لكن بعض فروع العلوم ما بعد الحديثة لم يعد يخضع بشكل مباشر للتجربة.

مبدأ البقاء (أو الحفظ) conservation

في جوهر هذا المبدأ أن هناك سنناً معينة لاتتغير ويسجل في هذا الصدد قانون حفظ الطاقة وقانون حفظ الشحنة الكهربائية وغيره. وقد تم اكتشاف مجموعة من هذه القوانين في الفيزياء الميكروية.

مبدأ التناسق Symmetry

في حدود هذا المبدأ يذهب انتباهنا الى التوافق الواقعي للكل، لمجموع

الأجزاء. في فيزياء نيوتن كان التركيز على تناسق الفضاء وفي الكهرباء تبين أن تركيب الذرة متناسق أيضاً.

مبدأ النسبية

ويشترط عدم تغير القوانين الفيزيائية عندما يتم النظر اليها بواسطة مراقبين مختلفين، أي في حالة حركة بالنسبة لبعضهم البعض (لكن بسرعة ثابتة).

مبدأ الخضوع للرياضيات

وهذا المبدأ يطال الفروع العلمية القريبة من الرياضيات (مثل الفيزياء)، والفروع الأبعد أيضاً.

مبدأ وحدة العلوم

هذا المبدأ ينص على أن العلوم المختلفة عامة، ومترابطة فيما بينها. وهذا ما يسمح لنا باستعمال النتائج، التي نتوصل اليها في أحد الفروع العلمية، في كل الفروع الأخرى. هذا الترابط يبدو أكثر وضوحاً للعاملين في مجال العلوم الطبيعية كلها، وللدارسين أيضاً.

الفصل الثاني

بداية التفكير العلمي

التفكير البدائي والمعارف البدائية الأولى

ان المستعرض لتاريخ العلم يلاحظ أنه تطور كثيراً على مر التاريخ وهذه الملاحظة لم تعد بحاجة إلى تأكيد، فقد اصبحت من البديهيات. ويلاحظ ايضاً أن مفهوم العلم قد تطور وتغير فتدرج من مصطلح غير ذي مغزى في بدايات التاريخ إلى مصطلح معقد يحمل الكثير من المعاني ولا يتفق على مضمونه حتى العلماء في عصرنا. ويلاحظ أيضاً ان العلم لم يكن مفصولاً يوماً عن المجتمع، بل ربما كان قاموساً يترجم بشكل دائم لغة الطبيعة إلى لغة الإنسان، ودليلاً يهدي الإنسان إلى شكل تعاطيه مع الطبيعة. ويلاحظ ايضاً أن العلم فعالية هامة في حضارة الإنسان، وهو يشكل الفعالية الأهم في حضارة هذا العصر.

ولكي نفهم تاريخ العلم وتطور مفهومه لا بد من الرجوع إلى بدايات التاريخ والسير معه خطوة خطوة، واسترجاع ما سمحت لنا الدراسات بالحصول عليه من معلومات عن ذلك الماضي الذي لم يكتب عنه أصحابه شيئاً لأنهم لم يكونوا يجيدون الكتابة وذلك الذي اتلفت شواهده بسبب الإهمال والحروب والكوارث الطبيعية؛ لا بد من الرجوع إلى البدايات لكي نحصل على الفكرة

الكافية، ولو باختصار، عن مسار الحضارة الإنسانية التي ولد وترعرع في أحشائها العلم.

تبعاً لأحدث النظريات فإن الإنسان الأول (أو سلفه) كان يعيش على الأشجار ويتغذى بثمارها الجاهزة، خاصة الجوزيات، تماماً كما تفعل بعض القرود في أيامنا هذه. كان الإنسان مميزاً عن القرد، طبعاً، لكنه، وبغض النظر عن أصل سلالته، كان يشترك مع القرد في أسلوب العيش في البداية، ثم ما لبث أن راح يشترك في أسلوب عيشه مع الحيوانات المفترسة فيما بعد. ويبدو أن نزوله عن الأشجار قد جاء بعدما خلت الأرض من بعض أنواع الحيوانات الخطيرة المفترسة. وربما كان السبب غير ذلك، وربما كان الإنسان منذ البداية على الأرض، المهم أنه كان على الأرض في ساعة الصفر التي نود الإنطلاق منها في رحلتنا الطويلة والسريعة عبر مئات آلاف السنين أو ملايينها.

الفرضيات الأقوى تعتبر أن أولى نشاطات الإنسان (في نسخته الأولى) التي تميزه عن الحيوان قد بدأت في المناطق الأفريقية الأكثر دفئاً؛ ويعتقد أن ذلك قد حدث قبل حوالى المليوني أو الثلاثة ملايين عام (بعض الاكتشافات الحديثة قد ترفع هذا الرقم).

كانت إقامة الإنسان الأولى على الأرض غير مريحة، لكنه كان يجد ما يكفيه من الطعام الجاهز لكي يستمر حياً وقادراً على الحركة والنشاط. كان يعتمد في غذائه على ثمار نباتات الأرض الجاهزة وعلى لحوم الحيوانات والأسماك التي يصطادها، فما كان عليه إلا أن يستعمل عضلاته وقدميه وبعضاً من حواسه، وجزءاً من عقله. لكنه، ومع تزايد عدد الآدميين وتناقص أعداد الحيوانات التي يصطادها، ومع ازدياد حاجته أكثر فأكثر، ومع وجود أعداء ومزاحمين من الحيوانات التي يصطادها الإنسان، كان عليه أن يطور أدوات انتاجه المعدة للصيد أو المعدة للبحث عن خيرات الطبيعة. وكان لا بد له من استعمال العقل لا الغريزة لتطوير وسائل العمل المؤلفة من العصي والحجارة والعظام. وكم كان عقل الإنسان موفقاً عندما اقترح عليه أن يسنّن الحجارة

ويحول العصي إلى رؤوس حادة. هذه الخطوة كانت واحدة من خطوات هامة خطاها الإنسان في مسيرته، لكن المميز فيها أنها جاءت تحت ضغط الحاجة أولاً، وأنها اعتمدت على تفكير الإنسان ثانياً، وأنها رفعت العلاقة بين الإنسان والطبيعة إلى درجة مختلفة بعض الشيء.

لقد بدأ الإنسان رحلة التفكير التي ميزته عن الحيوان منذ مراحل وجوده الأولى على هذه الأرض، وكانت أولى الأدوات التي استعملها في العصر الحجري عبارة عن حجر مسنن من أحد طرفيه وأملس من الطرف الآخر، كان الإنسان البدائي يستعمله لقطع الشجر، لحفر الأرض، أو لسلخ جلود الحيوانات وتقطيع لحمها، وربما لتنظيف الإسماك وتقطيعها. الحجر- الأداة هذا كان على شيء من التطور ويعتقد أنه كان في المجتمعات البدائية اخصائيون لصنع الأدوات " المتطورة" إلى جانب الموكلين باستعمالها. والجدير بالذكر أن هناك قبائل غير متمدنة ما زالت تستعمل أدوات مشابهة حتى يومنا هذا.

ان صراع الإنسان الدائم مع مجموعة كبيرة من الأعداء كان يفرض عليه التسلح الدائم (بالعصي والحجارة طبعاً) ويدفعه إلى تطوير الأدوات التي يستعملها في دفاعه عن نفسه ولأغراض الصيد وجمع الغذاء. وقد ادى ذلك إلى تطوير متواصل لهذه الوسائل لتكون مؤاتية أكثر فأكثر لتأدية الهدف. وفي نتيجة الأمر تحول الإنسان في علاقته مع الطبيعة إلى كائن جديد ومميز لأن هذه العلاقة بدأت تتحول شيئاً فشيئاً إلى علاقة ايجابية وفاعلة بعد أن كانت سلبية تعتمد على الروتين وردات الفعل تجاه الظروف المحيطة. وهنا بدأ الكائن البشري يتحول من حيوان إلى إنسان، بمعنى الفعالية في محيطه، متميزاً عن الحيوانات التي لا تسعى إلى تغيير الواقع بل تتعاطى معه بسلبية، وتأخذ منه ما خصص لها من غذاء جاهز على شكل ثمار نباتية أو طرائد جاهزة للصيد. ان اختراع أدوات العمل البدائية من عصي وحجارة مسننة وعظام حيوانات وقرون آيل وغيرها، ومن ثم تطويرها، قد سهل مهمات الإنسان كثيراً وساعده على قطع الأشجار والجلود والعظام، كما ساعده على جعل عملية الصيد أكثر

انتاجية. ومن الجدير بالملاحظة ان يد الإنسان كانت مجبرة على اجراء مئات العمليات لكي تحول الحجر إلى سكين، وجذع الشجرة إلى رمح مسنّن.

ان كل تطوير لوسائل عمل الإنسان كان يساهم في تحسين وضعه وتحسين نوعية الغذاء الذي يتمكن من الحصول عليه فتتحسن قدراته الصحية ويتحسن وضعه البيولوجي. وتُذكر في بعض الكتب، وبتنويه واضح، الخطوة التي تمكن فيها الإنسان من كسر العظام وتناول المواد الدهنية الموجودة في داخلها؛ والمعروف ان الدهون تحتوي على كميات أكبر من الحريرات (الكالوري) التي تعطي الإنسان طاقة اضافية عند تناولها، وتعطيه بالتالي أفضلية في تسابقه مع الحيوانات، والجدير بالذكر ان عملية كسر العظام هي احدى العمليات التي ميزت الإنسان عن الحيوان.

وعلى خط مواز كان اسلاف الإنسان يرون النار تخرج بشكل طبيعي من بعض الأماكن مثل البراكين وأماكن خروج الغاز الطبيعي من الأرض، أو تنتشر في الغابات نتيجة احتكاك أغصان الأشجار ببعضها في الطقس الحار والعاصف، فاكتشف هؤلاء طريقة لإشعال النار وبدأوا باستعمالها. لقد جاء استعمال النار في وقت متأخر نسبة لتاريخ ظهور الإنسان، أي في بداية العصر الباليوليتي الأعلى، وكان يتم الإعتماد على عملية احتكاك الأغصان، أو القطع الخشبية الأخرى ببعضها البعض، أو احتكاك الحجارة الصوانية، لاستعمال النار. وبقيت هذه الطريقة معتمدة حتى اكتشاف أعواد الثقاب الفوسفورية في القرن التاسع عشر.

ويعتبر اكتشاف طرق لاشعال النار واستعمالها من المحطات الرئيسية والمهمة في تاريخ حضارة الإنسان، فاستعمال النار جعل الإنسان يسيطر على احدى قوى الطبيعة ويبتعد أكثر عن مملكة الحيوان الذي لم ولن يستعمل النار. وقد كان للنار دور في جعل الإنسان جزءاً من المجتمع، ودور في بروز دور العقل عند الإنسان، ودور في تطور الحضارة الإنسانية. وليس غريباً أن تكون

النار قد احتلت مكاناً مميزاً في ميثالوجيا الكثير من شعوب العالم، وفي اديانها أيضاً.

وتدل ادوات الزينة القديمة، المصنوعة من العظام، على أن عملاً معقداً نسبياً كان يصرف على معالجتها. ويعتقد أنها كانت تنقع في الماء ثم تعرض لأشعة الشمس قبل ان يتم النقش عليها بواسطة أدوات حادة.

الأواني الفخارية وجدت في آثار كل القدماء، والأواني النحاسية بدأت بالظهور ابتداء من الألف الرابع قبل الميلاد (في ذلك الوقت كان الإنسان يجيد صهر النحاس والذهب). وفي الألف الثاني قبل الميلاد كان الإنسان يصنع الأسلحة البرونزية.

ان صناعة المستلزمات الضرورية لحياة الإنسان، وخاصة المعقدة نسبياً، كانت تتطلب تقنية مناسبة ومهارة بشرية لم تكن متوفرة للجميع، مع أنها كانت تنتقل من جيل إلى جيل. هذه الأمور لم تكن تتطلب مهارة "الصناع" فحسب، بل كانت أيضاً بحاجة إلى استعمال العقل والتفكير. ويبدو أن التفكير " الدقيق" قد ظهر عند الإنسان البدائي في وقت مبكر جداً، وربما أبكر مما كنا نتصور.

ولأن البشر كانوا مضطرين في بداية مسيرتهم للتعاون والسير جماعات جماعات (حوالى الخمسين شخصاً في كل مجموعة) خوفاً من الحيوانات المفترسة؛ ولأنهم كانوا مضطرين للإشتراك في السكن، والإشتراك في اضرام النار (لم يكن من المنطقي أن تكون لكل فرد ناره، نظراً لكلفتها المرتفعة)، فقد ساهمت هذه الظروف في جمع وصهر الأفراد، وساهمت في الوصول إلى درجة جديدة في رحلة الوصول إلى المجتمعات البشرية، والى حقبة جديدة امتدت من الألف الأربعين إلى الألف الثاني عشر ق.م. تقريباً. هذه الحقبة سميت بالعصر الباليوليتي، أي العصر الحجري القديم. (اعتماداً على الأبحاث الارخيولوجية تم تقسيم العصر الحجري إلى عدة حقبات الحقبة الأولى تمتد من ظهور الأنسان وحتى الألف العاشر ق.م. (أو الثامن أو الثاني عشر حسب المناطق). والحقبة

الثانية تمتد من الألف العاشر ق.م. إلى الألف التاسع (أو من الألف الثامن إلى الألف الخامس ق.م.). أما الحقبة الثالثة فتمتد حتى الألف الثالث ق.م. هذه الحقبات الثلاث تشكل العصر الحجري، نسبة لاستعمال الأدوات الحجرية على نطاق واسع من قبل الإنسان. أما الإختلاف في التواريخ فسببه الإختلاف في المناطق التي جرت فيها هذه التغيرات، في افريقيا وآسيا وأوروبا؛ فحضارة الإنسان لم تكن على نفس المستوى في كل المناطق وفي كل التواريخ، في عصر لم يكن فيه تفاعل بين المجموعات البشرية الموزعة في أماكن جغرافية متباعدة. وقد اقترح الباحث البريطاني لابوك ان تطلق تسمية باليوليتي على العصر الحجري القديم اشتقاقاً من اللغة اليونانية، وتحمل الحقبة الثانية والتي تعني العصر الحجري الوسيط اسم الميزوليتي، والحقبة الأخيرة تحمل اسم العصر النيوليتي، أي العصر الحجري الجديد.)

العصر الحجري القديم تميز باستعمال الإنسان القديم للحجارة الجاهزة اما الفترات التي تلته فتميزت باستعمال الحجارة المشغولة، المسننة والمزودة باطراف معدنية.

في العصر الحجري الحديث (النيوليتي) بدأ الإنسان بتحضير عناصر غذائه عن طريق استغلال الأرض، أي عن طريق زراعة الأصناف التي تعجبه من النباتات البرية المختلفة، من أشجار مثمرة وخضار، وعن طريق تدجين أصناف من الحيوانات، وتربيتها وحمايتها من الحيوانات المفترسة وتأمين المراعي لها. وقد رافق ذلك القضاء على الحيوانات الأخرى التي تزاحمها في مرعاها وتشكل خطراً على وجودها.

وقد شكلت عملية انتقال الأنسان إلى مرحلة تحضير الغذاء بدلاً من البحث عن الجاهز منه في الطبيعة مرحلة هامة في التاريخ الإنساني كان لها أثرها الكبير على تطوره اللاحق. لذلك جرى الحديث عن الثورة النيوليتية التي استمرت حوالى السبعة آلاف سنة التي طور خلالها الإنسان وسائل عمله وتعاطى الزراعة وتربية المواشي وبنى لنفسه المساكن. ولم يعد الإنسان يخضع

لسيطرة الطبيعة (ومزاجيتها) خضوعاً مطلقاً بعد أن حصل على قدر من الإستقلالية النسبية نتيجة تدخله في تحصيل الغذاء غير الجاهز ونتيجة بناء المسكن بدلاً من السكن في العراء.

وقد انتهت هذه المرحلة إلى شكل حضارات ثابتة في بلاد ما بين النهرين وفي مصر والصين وبعض مناطق أميركا. وكان لظهور الكتابة في مناطق سوريا القديمة وفي مصر وبلاد ما بين النهرين في الألف الثالث قبل الميلاد أثره الكبير على تطور الحياة في كافة المجالات المادية والدينية والفنية.

وفتح اكتشاف الزراعة وتربية المواشي مجالاً معرفياً أمام الأنسان، في حقلي النبات والحيوان. وأدت " الثورة الزراعية" إلى تغيرات جوهرية في حياة الإنسان القديم، فاعتماداً على الزراعة نشأت حضارات المدن وجرى الكثير من التطورات اللاحقة في أسلوب عيش الإنسان. ويمكن القول ان الإنتقال إلى الزراعة وتربية الحيوانات قد أسس بقوة لحضارة المجتمع البشري. ان التطورات في حقل الزراعة لم يتم التخطيط لها من قبل الإنسان عن سابق تصور وتصميم بل جاءت كنتيجة طبيعية لنشاطات عفوية وسلسلة من تجارب الخطأ والصواب، التي اتبعها الإنسان وقادته إلى تطور تقنياته نتيجة حاجته التي كانت تبرز أثناء تعاطيه مع الأرض ومع الطبيعة بشكل عام.

قاد تعاطي الزراعة، كما ذكرنا، إلى ظهور المدن والقرى في مناطق مختلفة من العالم، لكن البداية كانت في المناطق الشرق أوسطية وكان ذلك في الألف السابع قبل الميلاد؛ وكان سكان بعض هذه المدن يعدون بالمئات، أو بالآلاف. وتشير الآثار المكتشفة والتي تعود لتلك الحقبة إلى أشكال مستديرة للبيوت تذكر بنفسية الصيادين.

وعندما صار للإنسان زراعته ومدنه، تعاطى استخراج المعادن واستعمالها في تصنيع أدواته فاستعمل لهذه الغاية النحاس، مع أنه اكتشف الذهب من قبل. وتعود بعض الأدوات النحاسية إلى الألف الرابع والألف الثالث قبل الميلاد،

أي إلى العصر الانيوليتي وهو العصر الانتقالي بين العصر الحجري والعصر البرونزي.

اكتشف الإنسان النحاس والحديد جاهزين في الطبيعة (أي دون استخراجهما من المناجم) فكان عليه أن يصهرهما ويحولهما إلى أدوات، وقد تعاطى معهما في بادئ الأمر كما كان يتعاطى مع الحجارة، لكن " الحجارة المعدنية" كانت أكثر طواعية؛ ثم مالبث أن طور استعمالاته للمعادن فصنع منها أدوات أكثر تطوراً.

وتطورت حضارة الإنسان فيما بعد فاغتنت بأوسع من أن يتسع لوصف ذلك كتاب. وسوف نترك للقارئ فرصة متابعة هذا الموضوع في مراجع أخرى تتناول تاريخ الحضارة، أما ما يعنينا في هذه الفقرة فهو التخمين الأقرب إلى المنطق لكيفية ظهور التفكير "العلمي" عند الإنسان وكيفية ظهور العلوم البدائية.

العالم الانكليزي برنال يعتبر أن التفكير العقلي عند الإنسان قد بدأ نتيجة احتكاكه بالعالم الفيزيائي المحيط به، وان جذور علم الديناميكا والسكون مرتبطة بتصنيع وتحضير واستعمال الأدوات. وكما شكلت أدوات العمل أساساً للفيزياء والميكانيكا، فإن تحضير الطعام قد شكل اساساً للكيمياء، فعندما بدأ الإنسان يستعمل النار لطهي الطعام (اللحوم وغيرها) تبين له دورها في مزج المواد المختلفة فاستعملها فيما بعد في عملية تصنيع المواد الملونة. ودخلت في أساس علم البيولوجيا معارف الإنسان البدائي عن النباتات التي زرعها وعن الحيوانات التي كان يقوم بتربيتها.

ان الرسوم التي نجدها على جدران المغاور القديمة التي تبين أنواع الطيور والحيوانات، لم تكن تظهر حيوانات كاملة وحسب، بل كانت تبين في بعض الأحيان صوراً لأعضائها وأحشائها وعندما نرى رسماً لقلب الحيوان فذلك يعني أن الإنسان القديم كان يميز القلب عن غيره، ولو لم يكن يعرف وظائفه.

هناك وجهة نظر تقول ان الإكتشافات والاختراعات قد بدأت مع ثورة العصر النيوليتي التي شكلت بداية فعلية لحضارة الإنسان. وهناك وجهات نظر

تعيد بداية الحضارة إلى بدء الإنسان بزراعة الحبوب، وهناك وجهات نظر أخرى في هذا المجال.

الحضارات الأولى

في عصر الثورة النيوليتية، التي امتدت من الألف العاشر إلى الألف الثالث ق.م. تقريباً، بدأت عملية تدجين الحيوانات والنباتات، وتم اختراع العجلات والفؤوس (المعاول) وغيرها، فتم وضع الأساس لتشكل أولى الحضارات البشرية التي ظهرت في أوقات متقاربة، في أربع مناطق مختلفة من العالم هي: بلاد ما بين النهرين، سهل النيل، المنطقة الواقعة بين نهري السند وغانغا في الهند، والمنطقة الواقعة في سهل خوانسكي في المكسيك.

وكان في أساس هذه الحضارات الزراعة وتربية الماشية، إضافة إلى صهر المعادن. لذلك كان من الطبيعي أن تنشأ وتتطور هذه الحضارات على ضفاف الأنهار، لأن زراعاتها تعتمد على الري المباشر.

حضارات بلاد ما بين النهرين

أولى الحضارات ظهرت في بلاد ما بين النهرين، فهناك بدأ الإنسان أولى زراعاته وهناك دجن الحيوانات ثم استقر في أماكن ثابتة وأسس المدن وبنى ما يعرف بالحضارات السومرية والبابلية والاشورية وغيرها.

كانت حضارات بلاد ما بين النهرين تعتمد على الزراعة وري الأراضي لذلك برع أفرادها في فنون الري وابتكروا له طرقاً ناجحة. ثم تطورت هذه الحضارات فسجلت فيما بعد تشكُّل أولى الدول، وكان ذلك عند السومريين. وكان حكام هذه الدول التي تشكّلت في المدن من الكهنة. وقد شهدت هذه الدول، اضافة إلى النشاطات الزراعية، نشاطات حرفية وتجارية حيث ظهرت هناك الأواني الذهبية والأواني المصنوعة من الزجاج الملون وغيرها من

الصناعات اليدوية. لا شك ان ذلك تطلب مهارة في الصناعة ومستوى معرفياً رفيعاً نسبياً في مجال الكيمياء.

والمعروف ان السومريين هم الذين اخترعوا العجلات للعربات ولا بد أن يكون ذلك قد تطلب ايضاً تفكيراً " علمياً" ومعرفة في حقل الميكانيكا، وفي علم الحركة تحديداً.

أما في مجال الحقوق فكان السومريون أول من وضع الشرعات الحقوقية، وبلاد ما بين النهرين مشهورة بالشرائع، فشرائع حمورابي ما تزال تذكر حتى في مقالات اليوم.

والسومريون هم أول من بنى جيشاً نظامياً، كان ذلك في عهد سارغون الأول سنة 2300 ق.م.

وفي الألف الثاني قبل الميلاد وضعت أولى أسس الحساب في الحضارة السومرية وتم استنباط النظام الاثني عشري وكذلك النظام الستيني وفي القرن الثالث عشر ق.م. استعملت في حضارة بلاد ما بين النهرين رموز الأبراج الاثني عشر للنجوم التي ما زالت معروفة حتى اليوم.

وقد حقق علم الفلك في بابل نجاحات هامة، حيث كان الكهنة يقومون بمراقبة السماء لفترات طويلة. ونتيجة حلقات مراقباتهم التي استمرت حوالى الـ 500 عام توصلوا إلى تقسيم السنة إلى 365 يوماً و6 ساعات و15 دقيقة و41 ثانية (الأرقام المعتمدة حالياً هي 365 يوماً و5 ساعات و48 دقيقة و46 ثانية، أي بفارق أقل من ساعة) وقسموا الأسبوع إلى سبعة أيام،لأن العدد سبعة كان مقدساً عندهم فهو عدد الآلهة السابحة في الفضاء، أي الأجرام السماوية السبعة،المؤلفة من الشمس والقمر والكواكب عطارد، الزهرة، المريخ، المشتري وزُحل؛ فكان لكل إله يوم. والمعروف أن تسمية أيام الأسبوع كانت تيمناً بأسماء هذه الآلهة حتى في بعض اللغات الأوروبية فكلمة (Sunday) مثلاً تعني يوم الشمس و(Monday) يوم القمر.

وقسم البابليون الساعة إلى 60 دقيقة والدقيقة إلى 60 ثانية؛ كما قسموا

الدائرة إلى 360 درجة، فالشمس تخطو خطوة واحدة في اليوم (الدرجة باللغة اللاتينية هي (grado) أي الخطوة). وكان البابليون يتصورون أن الكون عبارة عن اسطوانة مسطحة تسبح في محيط كبير.

لكن هذه الاكتشافات العلمية كانت تبقى سراً من أسرار الكهنة الحاكمين فيستعملونها لتقوية سلطتهم على عامة الناس. والملاحظ أن هذا الأسلوب ما زال متبعاً حتى اليوم لكن بطريقة أخرى، فالدول الكبرى تحتفظ بأسرارها العلمية وتستعملها في سباق التسلح بهدف السيطرة على الآخرين فالعلم كان وما زال يستعمل أداة للسيطرة.

هناك وجهات نظر تعتبر ان بداية العلم قد انطلقت من الحضارة السومرية، وقد تمّت صياغته وكتابته فيما بعد على شكل وجهات نظر وتعاليم دينية. لكن ذلك لم يثبت بالبرهان. أما الثابت فهو ان المفكرين عندهم قد سعوا إلى تبيان حقيقة الطبيعة فصاغوا مفهوماً خاصاً هو مفهوم (Me) الذي لم نتمكن من فك رموزه نهائياً حتى الآن، لكن المعروف عنه أنه جملة من السنن والقواعد التي تشرح وظائف عناصر الطبيعة وعناصر الحضارة السومرية. كل قوانين وقواعد (Me) موضوعة من قبل الآلهة العظيمة، لكنها تفعل خارج هذه الآلهة وتظهر في حركات المادة الحية والمادة الجامدة، "الزائلة والخالدة". وحسب المفكرين السومريين فإن قوانين Me تحتوي على كل أبواب العلم والحكمة.

حضارة المصريين

ظهرت الحضارة المصرية قبل حوالى 5000 سنة ودامت أكثر من 3000 سنة. وهي الحضارة القديمة الأشهر في التاريخ فقد تيسر لها، لأسباب عديدة، أن تحقق نجاحات كبيرة وصل الينا الكثير من اخبارها.

المصريون كانوا عمليين جداً في حياتهم وقد حققوا نجاحات كبيرة في البناء والزراعة وقدموا الأفكار والنظريات التي تعطي تفسيرات للكون. وقد تم

اكتشاف كتابات تعود إلى عصر ملوك مصر العليا ومصر الدنيا في العصور الأولى للحضارة المصرية (الأسرة الملكية القديمة) مما يعني ان الكتابة كانت تستعمل في ذلك الحين وربما على نطاق واسع. والجدير بالذكر ان الكتابات الأولى في كل الحضارات القديمة استعملت في بداية الأمر بهدف احصاء المنتوجات وتنظيم توزيعها.

كان المصريون يتخذون من السماء ساعة كبيرة يتابعون عليها وضعية القمر والنجوم فيحددون أوقات اعيادهم الدينية وأوقات فياضانات النيل وكان ذلك في غاية الأهمية بالنسبة لنشاطهم الزراعي. وقد وضعوا بعض التقاويم، منها تقويم وضعه الكاهن المصري ايمنحوتب اعتبر فيه ان السنة مؤلفة من 365 يوماً.

وكما كان الحال في بلاد ما بين النهرين كان المختصون بالمسائل العلمية والفكرية في الحضارة المصرية من فئة الكهنة. وقد قام هؤلاء بالمراقبة المنتظمة والطويلة للظواهر الفلكية فاكتشفوا أوقات الكسوف المتكرر للشمس واستعملوا هذه الإكتشافات لكي يوهموا الناس بانهم يعرفون هذه المواعيد نتيجة اقترابهم من الآلهة وفرضوا عليهم الإيمان بقدرتهم على اطفاء الشمس واشعالها من جديد وقت يشاؤون؛ كما أوهموهم بقدرتهم على التدخل في عمليات هطول المطر وفيضانات النيل والتدخل في حركات القمر والنجوم وغير ذلك.

والى جانب معارفهم الفلكية جمع الكهنة معلومات في مجال الرياضيات، الكيمياء، الصيدلة، الطب، وعلم النفس، واستعملوا التنويم المغناطيسي والطقوس التي تدخل فيها أعمال السحرلكي يثيروا خوف الناس فيفرضوا عليهم احترامهم ولكي ينمّوا عندهم الإيمان، فنما. لقد استعمل الكهنة هذه المعلومات، التي كانت حكراً عليهم، لتقوية سلطتهم على الناس ولاقناعهم بانهم الواسطة بينهم وبين الآلهة فنجحوا في ذلك. وتظهر عمليات التحنيط الناجحة عند المصريين القدماء أنهم حققوا نجاحات هامة في مجالات الفيزياء، الكيمياء، الطب والجراحة؛ فلقد استعملوا في تحنيط جثث موتاهم النترون

الذي بينت التحاليل الحديثة بعض المواد التي كانت تدخل في تركيبه مثل الكربونات، البيكربونات، الكلور وسولفات النتريوم، مما يعني ان خبراء التحنيط القدماء كانوا على معرفة بالوظائف الكيميائية لهذه المواد. وكانوا على معرفة أيضاً بخصائص الأعضاء المختلفة داخل الجسم فكانوا يخرجون دماغ الإنسان أثناء عملية التحنيط من خيشومه ثم يضعون جثته في النترون لمدة سبعين يوماً. وقد تطلبت هذه العمليات، كما ذكرنا، معرفة بعلم التشريح.

وفي مصر القديمة ظهر للمرة الأولى في تاريخ العالم الطب الحقيقي بمعناه الحديث، فالأطباء المصريون، وفي عهد الفرعون توت غنخ امون عرفوا التشخيص عن طريق قزحية العين (هذه الطريقة اكتشفت في سبعينات القرن العشرين ومازالت تستعمل حتى اليوم). ونظراً لشعبيتها فقد انتقلت هذه الطريقة إلى بلاد ما بين النهرين.

وقد عثر في الجيزة على وصف لطريقة التشخيص هذه وهو مكتوب على ورقتين من البردى، ويحتوي هذا الوصف على تفاصيل لطريقة التصوير والوقت اللازم له والمسافة الفاصلة بين العين وصفائح الزنك المستعملة. أما الشخصية الأكثر شهرة في تاريخ الطب المصري القديم فهو امنحوتب الذي كان طبيب الفرعون، وكان مقدساً عند المصريين القدماء، كما أنه عرف في اليونان القديمة باسم اله الطب.

وقد ازدهرت في مصر القديمة الرياضيات فعرفوا النظام العشري وعرفوا حساب المساحات والأحجام، وقد كانت معروفة لديهم قواعد حساب مساحات المثلثات، مربعات الأضلاع والدوائر واحجام الأشكال المكعبة، والاسطوانية والهرمية. ولكي يحسبوا حجم الشكل الأسطواني ضربوا مساحة القاعدة بالارتفاع. وقد اتبعوا هذه الطريقة لحساب حجم حبة القمح ولكي يعرفوا بالتالي حجم الاهرامات الضرورية لتخزين القمح تبعاً لعدد حبات القمح المعدة للتخزين.

وكان للمصريين معارفهم في علم الجبر وكان باستطاعتهم حل معادلات رياضية مع مجهول واحد أو مجهولين والجدير بالذكر أن بناء الأهرامات وصناعة التماثيل تطلبا معرفة دقيقة بالحساب والرياضيات.

والمميز في العلوم المصرية أنها كانت براغماتية تهتم باحتياجات الفرد والبلد وبالمنتوجات الزراعية وعمليات تبادل البضاعة؛ فالمصريون لم يطوروا علوماً مجردة (علوماً من أجل المعرفة وحسب)، كما فعل اليونانيون فيما بعد، بل تعاملوا مع الواقع المرئي والمحسوس، وكل ما هو غير منظور وغير مفهوم كان بنظرهم بمثابة أحجية تنتمي إلى عالم السحر.

القوة الرئيسية لعلاقتهم بالعالم كانت في حاسة النظر. لقد عاشوا في دائرة لم تدخل في تصوراتها النماذج، بل ادخلت فيها عالماً حقيقياً يعتمد على رؤية الواقع لا على تصوره.

ويبدو أن الفرق كان واضحاً بين تعاطي قدامى المصريين مع العلم وتعاطي قدامى اليونانيين معه، فكما قال أحدهم (سبولدنغ): اذا قاس المصريون حقلاً فإن ذلك يكون لأسباب حياتية بحتة، واذا فعل ذلك اليونانيون فيكون هدفهم التأكد من بعض المبادئ الهندسية.

ولم يكن تفكير السومريين والبابليين ببعيد عن تفكير المصريين فقد كانت علومهم تنطلق من حاجة مجتمعاتهم. وادراك العالم من قبلهم يتركز على مقارنته ومشابهته بحياة البشر وليس على الأبحاث والمعالجات العقلية للعالم نفسه. فظاهرة البرق والرعد مثلاً كانت تتخذ كشبهٍ لغضب الإنسان- هكذا كان يملي عليهم خيالهم.

مهما يكن فإن كماً كبيراً من المعارف العلمية قد تراكم في احضان حضارات مصر وبلاد ما بين النهرين (وأيضاً في حضارات الهند والصين التي احتكت جزئياً بهاتين الحضارتين)، وقد انتقلت اكتشافاتهم فيما بعد إلى بلاد الاغريق والرومان (بواسطة الفرس) حيث تمت الإستفادة منها وتم تطويرها.

هل يمكن اعتبار العلم فرعاً مستقلاً من فروع الحضارات الشرقية القديمة؟

يعتبر هذا الموضوع خلافياً بامتياز، وليس له جواب موحد. فلو أخذنا التعريف العصري للعلم (وهو ليس موحداً على أية حال) وطبقنا كل شروطه على العلم القديم لوجدنا أن هذه الأخير لا يستجيب لمجموعة من الشروط التي ذكرناها في الفصل الأول من هذا الكتاب. لكن شروطاً أخرى من شروط العلم تعتبر مستوفاة حتى في اطار المعايير الصارمة. لذلك برزت وتبرز وجهات نظر مختلفة ومتباينة في هذه المسألة فمجموعة المعارف التي تمكنت الحضارات القديمة من الحصول عليها وبعضها ما زال مفيداً حتى اليوم وتتبناه حضارة القرن الحادي والعشرين (التقويم الشمسي المعمول به حالياً مثلاً) والنظام المعرفي الذي شمل فروعاً عديدة والانجازات الكبيرة في البناء والطب وغيره كلها أمور تشكل في نظر البعض شهادة على وجود العلم وفعاليته حتى في تلك الحضارات القديمة؛ فالميثالوجيا لاتبني اهرامات مصر ولاحدائق بابل المعلقة!

ولا بأس في ان نطرح في هذه الفقرة بعضاً من وجهات النظر المتباينة وبعضاً من الأسئلة والتساؤلات والتفسيرات على أن نؤجل الأجوبة إلى فقرة لاحقة لكي نتشارك مع القارئ في اعطاء هذه الأجوبة بدلاً من أن نستعيرها جاهزة من أحد.

اذا تذكرنا ان من شروط العلم.1- وجود مجموعة من الناس مختصة بالمعارف العلمية؛ 2- النظامية في المعارف؛ 3- الطابع العقلي للعلم.4- الطابع النظري للعلم. واذا ما تذكرنا ان ناقلي العلم في الحضارات القديمة خاصة في مصر وبلاد ما بين النهرين هم الكهنة والسحرة والكتبة والموظفون في آن، وهم ليسوا مجموعة مختصة بالمعارف العلمية الجديدة، يمكننا القول أن الشرط الأول غير متوفر.

اما نظامية المعارف فتفترض وحدة كل عناصر المعرفة، ومع أن الكثير مما

حققه القدماء ما زال يترك آثاراً وبصمات حتى في حضارة اليوم الا أنه لم يكن بين تلك المعارف التي تحققت قوانين عامة تجمعها، فقوانينها كانت تحمل طابع الخصوصية. هذه المعلومات تم الحصول عليها بدوافع عملانية وليس بدوافع الحشرية العلمية، وكان لها طابع تطبيقي. وقد تمت صياغتها على شكل قواعد وطرق ووصفات لحل مسائل متفرقة، أي أنها لم تكن تحمل طابع النظامية ولا حتى طابع المعارف النظرية لأن البحث عنها لم يكن بدافع البحث عن الحقيقة بل بدافع الحاجة اليومية. وسوف نعود لاحقاً إلى هذه النقطة لكي نرى الفرق بين تكليف المراكز العلمية في عصرنا بحل مسائل ملحة وبين بحث الإنسان القديم عن مخارج تقنية حملت معها جملة من المعارف.

والمعروف ان المعارف التي كان يتم الحصول عليها لم يكن ينظر اليها على انها نتاج العقل والتفكير والتجربة العلمية بل نتيجة ايحاءات باسرار من قبل الآلهة تعطى لأشخاص معينين (للكهنة) يشكلون الواسطة بين الالهة وعامة البشر، وكانت تستعمل كما ذكرنا سابقاً لاقناع الناس بقرب هؤلاء من الآلهة وقدرتهم على فعل العجائب. فالمصريون ربطوا ظاهرة كسوف الشمس بمزاج الآلهة والبابليون ربطوا معلوماتهم الفلكية بعلم التنجيم وعلاقة مصائر البشر بحركات الأجرام السماوية والخ...

وفي المقابل هناك من يعتبر أن العلم كان وسيبقى ويجب أن يكون دائماً في خدمة الإنسان ولا وجود له خارج حضارته وقد ولد نتيجة احتياجات الإنسان في مسيرته الحياتية، فلو لم يكن الإنسان بحاجة للانتقال ولنقل اغراضه لما كان هناك حاجة للعجلة ولا للسيارة ولما فكر باختراع العجلة ولا بدراسة قوانين حركتها، ولو لم يكن الإنسان يتعرض للبرد والحر لما فكر ببناء المنازل ولا بتطوير النظريات الهندسية ولا بتطوير تكنولوجيا البناء، والى ما هنالك من قرائن لا حصر لها في هذا المجال...

ولو فرضنا مع بعض المفترضين أن العلم لم يظهر الا في القارة الأوروبية ولو سمحنا لحشريتنا بالتمادي لأمكننا طرح السؤال التالي:

لو كان بامكان الإنسان ان يبني حضارة مزدهرة مثل الحضارة المصرية في الألف الرابع قبل الميلاد بدون العلم فما هي حاجته للعلم اذن؟

يجب أن ننظر إلى العلم نظرة الإحترام المطلق، ونعتبر أنه نشاط لا بد منه لاستمرار حضارة الإنسان وتميزه عن الحيوان، ولا بد أنه رافقه منذ بدايات تمايزه عن بقية الكائنات.

وهناك من يذهب أبعد من ذلك فيعتبر أن التفكير العقلي نفسه عند الإنسان قد بدأ نتيجة احتكاكه بالعالم المحيط به [برنال]، اي منذ وجوده الأول وتعاطيه مع الطبيعة.

لقد حرصنا في هذه الفقرة على أن لا نأتي على ذكر وجهات النظر الأكثر تطرفاً في كل الإتجاهات وان لا نذكر الخلفية الفلسفية التي ينتمي اليها حاملو وجهات النظر التي ذكرناها لكي يبقى القارئ في منأى عن الانحياز التعصبي لهذه الوجهة أو تلك. كما وأننا لم نتوجه في هذا الكتاب إلى المحترفين الذين يبحثون عن قرائن موثقة لدعم هذه الايديولوجية أو تلك.

اذا استعرضنا المداخل المختلفة إلى تعريف ماهية العلم ووظائفه نجد أن الاختلافات الرئيسية تكمن في الأجزاء الغائية والمؤدلجة (أي التي يتم تجييرها لصالح ايديولوجيات معينة) من الموضوع، أما الفكرة الرئيسية فتبقى في المساحة المشتركة في التعريفات المختلفة، لذلك نعتقد أن المدخل الآمن لشرح عنوان هذه الفقرة واعطاء جواب عن السؤال المطروح لا يكون الا عبر البوابة التي أشرنا اليها، اي عبر البديهيات التي لا تصنّف في خانة المواضيع الخلافية.

مما لا يختلف عليه اثنان ان الإنسان متميز عن الحيوانات الأخرى، أقله منذ مئة وخمسين ألف عام، أي منذ اكتشافه وبدء استعماله للنار. وفي العلم الحديث ان عالم الرؤية منفصل عن عالم العقل عند الإنسان لكن هذين العالمين متلاصقان عند الحيوان.

وصحيح أن الإنسان ليس الحيوان الوحيد الذي يستعمل الأدوات فهناك أنواع كثيرة من الحيوانات تستعمل العصي والحجارة للحصول على طعامها أو

لأسباب اخرى؛ حتى ان قرود الشامبانزي تحسن هذه الادوات أحياناً لتحصل على أدوات أبسط وأفعل في عملية اصطياد الزواحف الصالحة للأكل، أو للحصول على الماء وغير ذلك. ولكن الشامبانزي، مثلاً تستطيع العيش مع هذه الأدوات او بدونها، بينما هيهات أن تقوى قلة من البشر على العيش على هذه الأرض بدون أدوات ووسائل لانتاج الطعام وتسيير دورة الحياة. لذلك يعتبر السؤال عن كيف ومتى ظهرت أولى الأدوات عند الإنسان سؤالاً مهماً وجوهرياً. والسؤال عن متى، أين وكيف تطورت هذه الوسائل، والجواب عليه سؤالاً مهماً أيضاً حيث ان الجواب عليه يخدم فكرة هذه الفقرة.

والإنسان يختلف عن الحيوان أيضاً بامتلاكه للمعارف التي يتناقلها البشر من جيل إلى جيل وهي تختلف كماً ونوعاً عن تلك التي يمتلكها الحيوان. هذه المعارف يجمعها الإنسان ثم يطورها ويغنيها ويورثها لأولاده وأحفاده لكن التوريث في هذه الحالة ليس بالطريقة البيولوجية (بواسطة الجينات الوراثية) فالإنسان ما زال يولد طفلاً ضعيفاً بحاجة إلى مساعدة، بل لا يقوى على الحياة دون مساعدة والديه، بعكس غالبية أجناس الحيوانات التي تتولى زمام أمورها الحياتية منذ ولادتها أو بعد ذلك بقليل.

هذه المعارف التي لابد منها لبقاء الإنسان لا تولد دفعة واحدة، على الطريقة التي نشأ فيها ما نسميه بغريزة الحيوان بل تطورت ولو ببطء شديد في بداية الأمر إلى أن أصبحت على ما هي عليه اليوم. لكن المميز فيها أنها كانت كافية لكي تستمر حياة الإنسان رغم طرقاتها الصعبة.

لا يمكننا اعتبار كل المعلومات والمعارف علماً، فالإنسان البدائي قد راكم كماً من الملاحظات عن الظواهر الطبيعية التي استفاد منها في حياته اليومية فهل نطلق عليها تسمية معارف علمية؟!

هناك وجهات نظر تعتبر أن كل المعلومات المجردة والتي تحمل طابعاً عاماً هي علوم، وبناء على هذه النظريات فان بداية العلم تعود إلى البدائية الأولى عندما بدأ الإنسان باعداد وسائل عمله...

وقبل ان نختلف على مكان وزمان ظهور العلم بامكاننا ان نتفق على كيفية ظهوره. فمن المؤكد أن العلم قد ظهر على خلفية الحصول على المعلومات الضرورية للإنسان لكي يعيش. البدائيون درسوا عادات وتصرفات الحيوانات التي كانت تشكل طرائد لصيدهم (أو هدفاً للتدجين فيما بعد)،كما تعلموا استعمال الأعشاب المختلفة كجزء مكون لغذائهم أو كأدوية لعلاج أمراضهم. وتعلموا استخراج المعادن فاستعملوها في صنع ادواتهم. لقد تعوّد الإنسان القديم عن طريق تجربة الخطأ والصواب ان يجد المناسب والمجرب لتحسين شروط حياته وجعلها مناسبة لراحته.

مما لا شك فيه أن الإنسان بدأ يمارس نشاطه العقلي منذ زمن طويل، حتى قبل اكتمال الحضارات القديمة. وقبل الميلاد بآلاف السنين ظهر في الشرق بعض التصورات عن الطبيعة دخل فيها قانون السببية ولو بشكله البدائي وبعد ذلك تطورت الفكرة العامة عن الكون ككل. صحيح ان نضوج قانون السببية وتعميمه كانا بحاجة إلى مجتمعات تتمتع بتجربة حياتية أوسع (في المجتمعات البدائية تكون الأفكار مشتتة) لكن أفكار هذا القانون والأفكار المجردة الأخرى قد ظهرت في الشرق وتطورت وجرى تعميمها على الكون ككل. وتم ادراك علاقة ما بين فترات هطول المطر وحركات الكواكب (أي تحديد أوقات المطر) وفي ذلك سببية واضحة. كما تم انجاز لوحة كونية تشرح توالي الليل والنهار وتوالي فصول السنة وبعض ظواهر الطقس وهي أفكار تعميمية وفيها علاقات سببية.

أما أن تكون المفاهيم العلمية مختلطة بالتصورات الميثالوجية والدينية فهذا شيء قد تعرضت له مفاهيم العلم على مر العصور ولا تعفى من بعضه المفاهيم المحسوبة على العلم حتى في الوقت الحاضر. ويمكننا القول أنه في حضارات الشرق القديم كان يمكن التمييز بين التصورات العلمية في تفسير الظواهر الطبيعية وبين التفسيرات التي كانت تعطيها الديانات البدائية بطريقتها الخاصة. كما ويمكننا تمييز الملاحظات العلمية في تلك الحضارات الناتجة عن التجارب

اليومية التراكمية بالمنهجية النسبية، بالسببية الأولية وبوجود مفاهيم مجردة نسبياً والتوجه نحو لوحة موحدة للعالم.

إن وقوع العلوم تحت تأثير الميثالوجيا التي كانت مهيمنة في الحضارات الشرقية القديمة لا ينفي كلياً عن هذه العلوم صفة العلمية، فالميثالوجيا كانت ممراً اجبارياً للنشاطات الذهنية الأخرى عند الإنسان فهي احدى الدرجات في سلم الارتقاء الذهني للإنسان، ولكي نكون منصفين يجب أن نعترف بان الميثالوجيا هي قالب حضاري رافقت بداية تاريخ المجتمعات البشرية وكانت منطلقاً اساسياً لظهور النشاطات اللاحقة.

صحيح أنها تسمى معرفة القلق لأنها ناتجة عن القلق عند الإنسان في زمن ضعفه لكنها كانت تستعمل الخيال لتعليل قوى الطبيعة قبل ان يصل الأمر إلى تفسيرها فيما بعد.

والميثالوجيا هي أول شكل من أشكال الذاكرة الاجتماعية وفيها تجربة الحضارة ما قبل العلمية للبشرية، لذلك بقيت رواسبها في النتاجات الفكرية فيما بعد، وعند كل شعوب الأرض بلا استثناء. والجدير بالذكر ان الأفكار الدينية هي التي ساهمت في سقوط الميثالوجيا لأنها كانت تعطي للظواهر تفسيرات أقرب إلى المنطق من تفسيرات الميثالوجيا فحلت مكانها.

نظريات مختلفة لتحديد تواريخ بدايات العلم

هل للعلم تاريخ ميلاد محدد وواضح؟ وهل ظهر العلم في مكان محدد أم في عدة أمكنة دفعة واحدة؟ هل ثمة فرع من فروع العلم ظهر قبل غيره أم أن عدة فروع قد ظهرت بشكل متواز ومتزامن؟ هناك أسئلة كثيرة تشغل بالنا جميعاً ويمكن اضافتها إلى هذه اللائحة، لكن الإجابة عنها جميعها لا يمكن أن تكون دقيقة ومحددة. هناك صعوبة في الإجابات أقله لأن لها علاقة بتعريف العلم، أي بمفهومنا لماهيته. وبرأي الكثير من الباحثين فاننا لن نعثر على الأجوبة التي

نحتاج لأن ما نعتبره في الوقت الحاضر علماً يجب ان تتوافر فيه عدة شروط لا يمكن أن تتوافر في " العلوم" القديمة لأنها ظهرت قبل زماننا بآلاف السنين. فاذا ما تم اعتماد بعض المعايير الحديثة للعلم مثل الشمولية، النسقية، اتاحة المجال للحصول على معلومات جديدة وما شابه ذلك لأصبح الكثير من النشاطات المعرفية للإنسان القديم خارج نطاق العلم بما في ذلك نشاطات الحضارات الشرقية (حيث يفترض أن يكون قد ظهر العلم أولاً). لكن وبما أنه لا يوجد تعريف موحد ودقيق للعلم فإن الاجتهادات واردة حتى في تقدير تاريخ لبداية العلم، والأسباب التخفيفية واردة في كل حكم على ذلك التقدير.

يبدو انه ليس للعلم بداية محددة وواضحة وضوح مواعيد هبوط أو اقلاع الطائرات في المطارات الراقية. فقد نشأ وتطور ببطء شديد نتيجة احتكاك الإنسان بالطبيعة ونتيجة سعيه للبقاء أولاً ولتحسين ظروفه المادية والروحية ثانياً. واذا افترضنا ان العلم البدائي كان عبارة عن فعالية يتم فيها الحصول على المعارف والمعلومات، والحصول على أجوبة للأسئلة التي كان يطرحها بعض الموهوبين عن ماهية العالم وتركيبه وتفاعلاته، يصبح البحث عن بدايات العلم مرتبطاً بالبحث عن مغامرات العقل الأولى وبداية التفكير المجرد والخيال العلمي المبكر.

ومع ان البشر في الماضي لم يفرقوا بين العلم وبين فروع المعرفة الأخرى فإن الدراسات العلمية الحديثة عن حضارات الأقدمين تكشف لنا شواهد مفاجئة إلى حد الذهول عن مواصفات علمية لبشرٍ عاشوا قبل آلاف السنين.

لقد اتخذت العلوم البدائية طابعاً تراكمياً في بداية الأمر، وكانت على ارتباط مباشر بنشاطات الحياة اليومية، وربما انعكاساً لها. ولم تكن رحلة تطور الأفكار العلمية، التي بدأت في الشرق القديم أولاً، رحلة سهلة، بل كانت طويلة ومعقدة تفاعلت فيها الأفكار مع النشاطات العملية وحاجات المجتمعات فكانت رحلة المفاهيم المجردة أولى مداميك هذه الرحلة.

ان بداية العلم كانت مشروطة بحاجات الإنسان والمجتمع في الحياة أولاً

وفي التنظيم الروحي والاجتماعي ثانياً، ثم في توزيع الثروة ثالثاً، لذلك نلاحظ أن أولى العلوم التي ظهرت كانت تلك التي احتاجها الإنسان في حياته قبل غيرها؛ وهكذا كان علما الرياضيات والفلك السبّاقين إلى صفحات تاريخ الإنسانية العلمي. فالرياضيات كانت ضرورية للإنسان من اجل اتمام العمليات الحسابية، ومن أجل وضع المقاييس والاوزان، وحسابات النشاطات العمرانية، ولقياس مساحات الأراضي وغير ذلك.

ففي البدء كان الحساب وكانت المعارف الفلكية التي يحتاجها الإنسان من أجل نشاطاته الزراعية أو من أجل رحلاته وأسفاره. والجدير بتكرار الذكر ان الإنسان القديم قد توصل إلى وضع تقاويم للظواهر الفلكية المهمة عن طريق المراقبة فحدد مواعيد كسوف الشمس وخسوف القمر.

الميكانيكا، مثلاً كان يحتاجها الإنسان في نشاطاته العمرانية كما في مواصلاته (البحرية والنهرية) وفي بناء أدواته الحربية؛ والهندسة احتاجها الإنسان لقياس حقوله ولبناء قلاعه وحصونه، فبناء الأهرام على مساحة تقدر بخمسين ألف متر مربع تطلب دراسة ارض لتحمل وزناً يقدر ب 6.5 ملايين طن تقريباً وتطلب دراسة هندسية وافية لمسطح حافظ على افقيته في كل نقاطه وبدقة وصلت إلى حوالى السنتيمتر الواحد.

في كل هذه النشاطات، وفي غيرها، كان الأمر يتطلب من الإنسان تفكيراً واقعياً مناسباً، فكانت ضرورات الحياة في بداية الأمر هي الدافع إلى التفكير البناء أكثر من النشاط المعرفي البحت. ويمكننا الافتراض ان الرياضيات وعلم الفلك وعلم الميكانيكا كانت الفروع الأقرب إلى النشاط العملي التطبيقي للإنسان البدائي، ويرجح أن تكون قد بدأت معها مسيرة العلم عند الأقدمين.

إن أولى التغيرات النوعية في معارف الإنسان قد حصلت مع ظهور الكتابة والحساب. الحساب ظهر قبل الكتابة طبعاً، وكان يؤدي وظائف حياتية. وقد استعملت في البداية الحجارة في الحساب (كلمة (calculus) تعني الحجر). وما

من شك في أن ظهور الكتابة كان عاملاً هاماً من عوامل تطور العلم، وقد ظهرت الكتابة في الألف الرابع ق.م. تقريباً، عند السومريين والمصريين.

اما الأحرف الإبجدية التي أعطي فيها كل حرف لفظاً ومعنى فقد وضعها الفينيقيون في القرن الحادي عشر ق.م.

وبما ان الصيد كان موضوع الشراكة الرئيسي بين البشر فقد كانت له حساباته الاقتصادية والحقوقية. الدراسات الحقوقية والسياسية كانت جزءاً من الميثالوجيا في الشرق القديم وكانت تدخل فيها ارادة الآلهة على نطاق واسع. وقد وصلنا بالفعل بعض الشرائع القديمة مثل شرائع حمواربي في بابل وعدد من التعاليم الصينية القديمة.

ان عملية انتاج المعارف العلمية في الوقت الحاضر تمر من النظريات الأساسية عبر الاتجاهات التطبيقية إلى التكنولوجيا. وقد سارت هذه العملية في الماضي البعيد بالاتجاه المعاكس أي من النشاط الحرفي إلى تراكم الوقائع إلى التعميم وصياغة النظريات التطبيقية فالى العلوم الرئيسية. فالبشر في الحضارات القديمة كانوا يجمعون التجارب التطبيقية فيستخلصون القواعد الامبيريقية ومن ثم العلوم التطبيقية.

ولا بد من الملاحظة هنا ان قوة السلطات الروحية في مصر وبابل كانت قوية إلى درجة منعت معها ظهور وانتشار أفكار علمية وفلسفية أو مدارس فكرية طبيعية، فظلت المعارف العلمية في قبضة مجموعة تعتبر نفسها صلة وصل بين رعية الشعب وبين الآلهة " مصدر كل علم ومعرفة". ولم تفعل المعارف العلمية التي تم الحصول عليها فعلها في وعي الناس هناك لأنها وصلتهم بصفة المراسيم العلوية ولم يكونوا يملكون الحق في مناقشتها والتفاعل معها، لا بل انها كانت تبغي " تجهيلهم وابعادهم عن التفكير المنطقي والمجرد برد كل المعارف إلى الماورائيات وهذا ما حدا بالكثيرين لأن يعتبروا أن العلم قد بدأ رحلته من بلاد الاغريق حوالى القرن الخامس قبل الميلاد وان ما توصلت اليه الحضارات الشرقية مجرد معلومات ناجحة عن تجارب عملية لا تحمل

مواصفات العلمية. ومع أننا لا نوافق على كل هذه الأحكام الا أننا سنؤجل ابراز بعض الأسباب التخفيفية إلى آخر هذه الفقرة. ولنعد الآن إلى عنوان الفقرة ونسأل أنفسنا أين ومتى بدأ العلم. هل بدأ في حضارات مصر وبابل والهند والصين؟ أم بدأ قبل ذلك؟ أم تأخر إلى مرحلة ازدهار الحضارة اليونانية القديمة؟ أم بدأ في اوروبا في عهد النهضة؟ أم بدأ فيما بعد؟ أم ماذا؟

تسود حالياً نظريتان رئيسيتان لكنهما متباعدتان فيما يخص موضوع وثيقة ولادة العلم. انصار النظرية الأولى يعتبرون أن أية معلومة مجردة ومعممة هي معلومة علمية (على هذا المستوى أو ذاك) فالعلم في نظرهم هو مجموعة من النشاطات العلمية والواعية بشكل عام [أنظر برنال] لذلك يُرجعون بداية العلم إلى المرحلة البدائية، وتحديداً إلى التاريخ الذي صنع فيه الإنسان وسائل عمله الأولى. أما انصار النظرية الثانية (وهم الغالبية العظمى من مؤرخي تاريخ العلم) فهم أكثر تشدداً، فالعلم في نظرهم ولد عندما أصبحت النظريات خاضعة للتجربة (بين القرن الخامس عشر والسابع عشر).

وبين هاتين النظريتين، وعلى جوانبهما، هناك الكثير من النظريات ووجهات النظر المعاصرة، بعضها أقرب إلى هذه وبعضها الآخر اقرب إلى تلك. ولسوف نختصر في شرح هذه النظريات التي تعرّف العلم ونستنتج انطلاقاً من كل وجهة نظر مرحلة مرجحة لبدء العلم.

بعض المؤرخين لتاريخ العلم (عددهم كبير جداً) يعتبر ان العلم قد بدأ أولاً في بلاد اليونان القديمة في الفترة ما بين القرنين السادس والرابع ق.م. ففي تلك الفترة ظهرت أولى البرامج التي تبحث في الطبيعة على خلفية تفكك التفكير الميثالوجي. في تلك الفترة ظهرت أولى النماذج للنشاطات البحثية، وجرى استيعاب بعض المبادئ الأساسية في عدة مجالات. واذا كانت الرياضيات قد ظهرت في مصر القديمة وبابل، كما ذكرنا سابقاً، واذا كان قد تراكم في تينك الحضارتين كمّ من المعلومات الرياضية (النظرية والتطبيقية)، فإن برهان

النظريات الرياضية قد بدأ في حضارة الاغريق، والرياضيات بدون برهان تبقى علماً ناقصاً.

احدى وجهات النظر في تحديد تاريخ العلم حملها " علماء أوكسفورد" وتعتبر أن العلم قد ظهر فعلياً عندما أدرك العلماء دور التجربة المعرفية (وهي التجربة التي يجربها العالم للتثبت من نظرية ما، ليست التجربة العفوية التي يصطدم بها الإنسان في حياته). فالباحث برأي انصار هذه النظرية هو من يعتمد على التجربة والمراقبة والتجربة المعرفية (او التجربة العلمية) وليس من يعتمد على صيت صاحب النظرية أو ألارث الفلسفي السائد. والرياضيات حسب روجيه بيكون (1214–1292) هي مفتاح العلوم. ويعيد انصار هذه النظرية بداية العلم إلى المرحلة التي بدأ فيها تراجع سيطرة فلسفة أرسطو أي إلى ما يسمى بالعصر الجديد.

احدى وجهات النظر (انصارها محدودو العدد) ترجع ظهور العلم المعاصر إلى أواسط القرن التاسع عشر، أي إلى الفترة التي ترافق فيها النشاط البحثي مع الثقافة العالية (هذا ما كان ينطبق بالدرجة الأولى على الجامعات الألمانية بعد الاصلاحات التي جرت في جامعة برلين). فولادة العلم برأي أصحاب وجهة النظر هذه يجب أن تترافق مع ظهور المختبرات البحثية في الجامعات التي تشد اهتمام الطلاب والباحثين الذين يهتمون بالمعرفة. وباختصار يمكن القول ان وجهة النظر هذه تطلب من العلم أن يتحول (أو يكمل تحوله) إلى مهنة لكي يستحق تسميته علماً معاصراً.

وهناك بعض الآراء المتفرقة التي ربما كانت تشكل وجهة نظر بمعنى ما وهي تعتبر ان العلم بمعناه العريض لم يولد بعد بل يتوقع له أن يظهر في القرن الحادي والعشرين أي في هذا القرن. انصار هذه النظرة لا ينطلقون من خلفية دينية، ولهم آراؤهم المختلفة التي لا يتسع لها مجال في هذه الفقرة.

يبقى ان نشير إلى أن مفهوم العلم في نظر الأديان السماوية (أو بعضها)

مرتبط بالمعرفة الكلية أو معرفة الله وتبعاً لذلك تكون بداية العلم قد ترافقت مع بدء نزول الرسالات السماوية، أي منذ حوالى السبعة آلاف سنة.

لا بد أن هناك قواسم مشتركة بين كل التعاريف والنظريات التي ذكرنا، فكلها تجمع على ان العلم هو نشاط إنساني (يختص به الإنسان دون بقية الكائنات)، وهو ظاهرة متعددة الجوانب تلبي الاحتياجات الإنسانية لمعرفة العالم معرفة موضوعية لا يمكنها أن تولد وتتطور خارج المجتمع وهي تنشأ عندما تتوافر لنشوئها شروط موضوعية كافية. وعندما تتوافر في المجتمع مجموعة من البشر قادرة على تنفيذ هذه المتطلبات. واضافة إلى ذلك فإن المعارف الجديدة التي يتم الحصول عليها يجب ان تخضع لمعايير العلم التي ذكرناها سابقاً وأهمها العقلانية.

يمكننا الإعتقاد بان العلوم الأولى قد ظهرت خلال الألف الرابع قبل الميلاد أو بعده بقليل وربما في أوقات متقاربة في عدة مناطق من العالم، وتحديداً في المناطق التي شهدت نشاطات تتطلب تفكيراً. وفي تلك الفترة كانت مناطق مصر وبلاد ما بين النهرين تشهد عمليات مراقبة نظامية للظواهر الطبيعية واكتشاف روابط محددة فيما بينها. وقد مكنت معرفة هذه الروابط الإنسان من التنبؤ بظواهر مشابهة، فالمراقبة الفلكية المنتظمة قادت إلى وضع التقاويم، ومراقبة فياضانات نهر النيل سمحت بتحديد أوقات البذار ومواسم الحصاد. ان روتيناً معيناً كان يتم اكتشافه في الطبيعة نتيجة عمليات المراقبة الدائمة لها. واذا ما عرفنا ان بعض عمليات المراقبة كان يستمر لمئات السنين بشكل متواصل فإن اقتناعنا يزداد بأن ذلك كان الطريقة المطلوبة من أي عالم أو مجموعة علماء تجري بحثاً عن كسوف الشمس وخسوف القمر. فلو كان خبراء وكالة الناسا هم القيمون على تلك المراقبة لما استطاعوا ان يفعلوا أكثر مما فعل كهنة مصر أو بابل. ويمكننا ان نلاحظ أيضاً أن بناء الأهرامات مثلاً قد تطلب تفكير اناس موهوبين، غير بعيدين عن نعمة وشرف العلم، وتطلب دقة في العمل ودقة في الحساب، ووجود اختصاصيين مدربين هم أقرب ما يكون إلى العلوم الدقيقة.

واذا كان اعتراض بعض وجهات النظر منصباً على طريقة الحصول على المعلومات في الحضارة القديمة وعلى طريقة تقديمها والاستفادة منها فالاعتراض منطقي لكن هل نحن متأكدون من أن جميع المتعاطين بالعلم كانوا من نفس الطبقة؟ ربما كان البعض غير موافق على تعاليم رؤسائه وربما كان بينهم من يخالفهم الرأي دون أن تصلنا أخباره، وهم لم يدونوا الا اخبار الطبقة الحاكمة على أية حال. وربما اكتشفنا أشياء جديدة عن علاقتهم بأصحاب الأفكار العلمية في المستقبل لأننا نكتشف في كل يوم شيئاً جديداً. أما ان تكون العلوم في بلاد الاغريق وتحديداً المرحلة الهلّينية وبعدها أكثر نضجاً، فهذا شيء طبيعي لأن هناك فارق زمني يفوق الألفين وخمسماية سنة بين المرحلتين ولأن نتائج العلوم الشرقية قد وصلت إلى بلاد الاغريق، حتى ان هناك مجموعة أتت إلى بلاد اليونان من الشرق وكانت تطلع اليونانيين على نتائج علومه السابقة. وهناك ظروف أخرى سوف نذكرها أثناء الحديث عن العلوم اليونانية.

الفصل الثالث

تطور مفهوم العلم

من ميزات العلم الرئيسية أنه قابل للتطور بل يخضع للتطور بصورة دائمة، فهو ليس تراكم معلومات علمية فحسب، بل وتراكم مفاهيم تتطور دون انقطاع، وتطور مداخل إلى فهم الأمور. وهو يطور دائماً في المهمات التي يتصدى لها. فالمهمات التي يتصدى لها العلم اليوم هي مهمات أوسع وأشمل وأكثر تعقيداً من تلك التي كان يتصدى لها بالأمس القريب والبعيد. وكلما صعدت مدنيتنا في سلم التاريخ أكثر كلما وجدت نفسها محتاجة إلى معلومات أكثر دقة من ذي قبل. ولم يعد الإنسان يكتفي بفهم قوانين الطبيعة وتفسير ما يجري حوله من ظواهر بل راح يتدخل في هذه الظواهر ويتحايل على تلك القوانين. لم يعد الإنسان يكتفي بفهم عملية هطول المطر واسباب تلبد الغيوم في السماء بل راح يبحث في امكانية التأثير على الغيوم العابرة لكي يستمطرها في الأمكنة القاحلة. ولم يعد يكتفي بدراسة طبيعة النباتات بل راح يتدخل في تركيب جيناتها فيغير ويبدل فيها كما يشاء.

إن وظيفة العلم قد اتسعت وهي تتسع باستمرار وحقل العلم قد يتسع وفهمنا للعلم يتطور باستمرار. لقد خرج العلم من أحضان الميثالوجيا في زمنٍ

ما، ثم خرج من وصاية الدين، ثم خرج من ضيافة " الحكمة"، ومن قبضة الفلسفة، وسوف يتحرر من سلطة الدول والشركات.

لقد تطور العلم وتطور مفهومه على امتداد مساحة التاريخ وترجمت نتائج هذا التطور اتساعاً في المساحة وغزارة في الإنتاج العلمي وتحسناً في الجودة. ومن ميزات العلم أنه يتخذ اشكالاً متعددة في عملية تطوره وفي سرعة الإنتقال من مرحلة إلى مرحلة؛ فقد يتطور ببطء وقد يكون تطوره سريعاً، وقد يحقق التطور عن طريق القفزات والثورات العلمية الكبيرة، أو الإنقلابات التي تغير جذرياً اتجاهات تطور العلم وتغير في طرقه "العريقة". كل ذلك متوقف على الظروف الداخلية والخارجية، التي تحيط بالتطورات أو تسبق الثورات.

ان لتطور العلم أسباباً كثيرة، لكن هذه الأسباب لا يتفق عليها كل المحللين والباحثين، وربما كان ذلك دليل غنى للعلم وعافية. فالطرائقي (Methodist) فيرابند يعتقد ان العلم هو عبارة عن سلسلة من النظريات المتنافرة يجري بينها صراع دائم يحرك عملية تطور العلم؛ لذلك يعتبر كثرة النظريات العلمية مفيدة للعلم. ويعتبر فيرابند وغيره من أنصار هذه النظرية أنه من المفيد الإحتفاظ بالنظريات القديمة لتأمين الحيوية في عملية تطوير العلم.

وبرأي فيرابند ان الأفكار الجديدة لا تولد فقط من العلم نفسه، بل وأيضاً من الميثالوجيا والفلسفة والفن وغيره، أي من الثقافة المحيطة. ويقترب من هذه الفكرة الفيلسوف الفرنسي كويري الذي يركز على تأثير العوامل الخارجية على عملية تطور العلم، أي تأثير العوامل الحضارية العامة مثل الدين والفلسفة.

وقد جاء على لسان المؤرخ العلمي فاندرفاردن ما يلي:

"ان نفهم أعمال نيوتن دون أن نعرف علوم الاغريق شيء مستحيل، فنيوتن لم يخلق شيئاً من لا شيء. وبدون الأعمال العظيمة لبطليموس الذي تابع علم الفلك اليوناني لم يكن ممكناً الوصول إلى علم الفلك الحالي.." وكما قال أحدهم: "فإن كل عالم عظيم يصعد على أكتاف علماء عظام قد سبقوه".

والجدير بالذكر أن أفكار ارسطو، فيثاغور وأفلاطون وغيرهم ما زالت موجودة حتى في علوم اليوم.

إن تطوير المعارف العلمية هي المهمة الرئيسية للعلم وما ذلك الا عملية ديناميكية متواصلة، تغزو المجهول بشجاعة، تكشف الاسرار المبهمة، تجيب عن أسئلة الناس وتساؤلات رواد المعرفة، تعيد النظر في الحقائق القديمة وترمم فيها ما اندثر، لكنها تأتي دائماً بكل جديد. فالعلم أشبه بمجرى سيل يتسع ويتعمق على امتداد الطريق.

ويلاحظ البعض ان عملية تطور العلم قد سجلت عدة مستويات رئيسية أو مراحل خلال تاريخه الذي لا يعتبر طويلاً مقارنة بتاريخ الكائنات على الأرض.

المرحلة الأولى بدأت مع الدرجة التي صعدها العلم عندما تحرر من براثن الميثالوجيا والماورائيات فكان المنطق هو خشبة الخلاص وكان مفهوم السببية والتجريد بداية المسير (كان العدد أول مفهوم مجرد في التاريخ).

المرحلة الثانية هي مرحلة الفلسفة الطبيعية، فيها بدأ الإنسان في وعي الطبيعة كهدف كامل وتم رسم صورة عامة لها تخطت الغوص في التفاصيل. تلك كانت فلسفة الطبيعة عند الاغريق.

في المرحلة الثالثة جرى تحليل الطبيعة وتقسيمها إلى أجزاء وجرى تحليل ودراسة الظواهر المنفردة. وجرى البحث في الأسباب والنتائج، هذا المدخل ترافق مع ولادة فروع العلم الجديدة وكان من ميزات العلم في أواخر القرون الوسطى وفي العصر الحديث.

المرحلة الرابعة هي مرحلة بناء الاستنتاجات والاستخلاصات. في هذه المرحلة ما زال العلماء يبنون الصورة الكاملة عن الكون عبر دراسة أجزائه ودراسة التفاعلات فيما بينها - هذه الميزة تطبع عصرنا الحاضر أي عصر نضج العلوم.

كما شكل اكتشاف النار واستعمالها قفزة نوعية كبيرة في تاريخ الإنسان ونقله إلى مرحلة التمايز الكلي عن عالم الحيوان فإن انتقال الإنسان من التصورات الميثالوجية (الأسطورية) إلى التفكير النظري المنطقي قد شكل قفزة نوعية أخرى ربما كانت الثانية من حيث التصنيف في سلم الأولويات لأنها أتاحت للإنسان الإستفادة من عقله وكان من نتائجها ولادة العلم الذي ننعم بانجازاته في كل لحظة.

صحيح أن "الأسطورة هي العبارة الأولى للعقل وأول محاولة للإنسان لمعرفة ذاته وبيئته"، كما قال محمد عبد الرحمن مرحبا، وصحيح ان الأسطورة جاءت لتؤدي وظيفة العقل قبل بلوغه سن الرشد لكنها تحولت إلى معطل لدور العقل ومعيق لنضجه في مرحلة لاحقة، كما ولعب عالم الماورائيات الذي تعتمد عليه الأساطير دور المؤخر لأنطلاقة العلم. لكنه ولحسن الحظ تمكن عدد من الطليعيين " والمغامرين" الأوائل من التمرد على الأساطير المسيطرة ومن كسر حواجز الخوف، فرفضوا منطق العجائب وأطلّوا على منطق الواقعية والسببية والعقلانية.

نتيجة انهيار الأسطورة (أو تراجعها) في بعض المناطق بدأت تظهر الصور العلمية للعالم فكانت مختلفة عن الصور الأسطورية. العلم يعطي الإنسان أجوبة منطقية ويرفض تفسير الأمور المبهمة والظواهر الطبيعية المجهولة الأسباب على خلفية القوى الخارقة والماورائيات.

ان الإنتقال من مرحلة الأسطورة إلى مرحلة التفكير العلمي ولو البدائي هو دليل على بلوغ الإنسان مستوى معين من النضج الاجتماعي. وقد كان من الطبيعي أن تحقق كل الحضارات القديمة هذا العبور ولو في أوقات متفاوتة. والجدير بالذكر ان الضربة الأقسى التي وجهت للميثالوجيا كانت في بلاد

الاغريق، في فترة شهدت فيها بلادهم نوعاً من الديمقراطية وساد فيها احترام مميز للمنطق وللجدل المنطقي.

لكن اللافت والمحير إلى حد ما ان التأثر بالتفكير الميثالوجي ما زال موجوداً حتى الآن وفي مناطق عديدة من العالم، ربما كان ذلك ناتجاً عن ضعف انتشار الثقافة العلمية واقتصارها على فئة مميزة داخل كل مجتمع.

الفصل الرابع

المحطات الرئيسية في تاريخ العلم

الحضارات الشرقية القديمة وطفولة العلم

ظهر العلم في عدة مناطق من العالم وتطور في بداية الأمر على نطاق محلي منفصل ثم جرى تصديره من حضارة إلى أخرى وجرى تطويره بشكل دائم حتى انه كان لكل حضارة حية دور معين في تطوير العلم أو نقله أو حفظه أو تشجيعه. لذلك يمكن اعتباره ثمرة تراكم وتفاعل أفكار وامكانيات الشعوب المختلفة.

العلم كما ذكرنا جزء من حضارة الإنسان، وبما أن هذه الحضارة لم تكن دائماً على نفس المستوى من التطور والازدهار والسعة كان من الطبيعي ان يتبوأ العلم مراكز ودرجات متفاوتة في مختلف العصور ويسجل نجاحات متفاوتة أيضاً في مختلف الأزمنة والأمكنة. فمهماته كانت تختلف من جيل إلى جيل وامكانياته كانت تختلف مع الأجيال. ولم يكن المطلوب منه هو نفسه في كل العصور. ففي البدائية منها لم يكن مطلوباً منه دراسة تخصيب اليورانيوم ولا بناء المفاعلات الذرية. لكنه رغم ذلك كان وسيبقى خزاناً للمعلومات والمعارف العلمية عن الطبيعة وكل الوجود وعن المعارف الموضوعية التي لا تتغير مع

مزاج الشخص، القارئ أو الناظر أو المتفحص. وان يكن من الطبيعي أن تختلف هذه المعارف تبعاً لدرجات سلم الزمن فكمية المعارف التي يحتاجها الإنسان القديم هي أقل بكثير من تلك التي يحتاجها الإنسان المعاصر وينطبق ذلك أيضاً على نوعيتها، فالإنسان القديم ربما لم يكن يحتاج إلى معلومات معمقة عن طبيعة الأشياء بنفس النسبة التي يحتاجها الآن. في بعض المراحل كان الإنسان بحاجة لأن يعرف ما اذا كانت الأرض كروية أو لا، أما الآن فهو مهتم بمعرفة الكواكب المشابهة لكواكب الأرض في الأنظمة الشمسية الأخرى، مع أنه لا يعرف ان كانت موجودة أم لا وفي أية مجرات سيجري البحث عنها. وبناء على ذلك فلا يمكننا ان نطلب من العلم الماضي أن يكون على نفس المستوى من العمق والدقة والشمولية كما نطلب من العلم في الوقت الحاضر. والعلم يتطلب ذهناً قادراً على التفكر والتأمل والملاحظة وفهم سنن الطبيعة وسبكها في مقولات ونظريات وقوانين، وهو كمنظومة، لا بد أن يمتلك آلية للحصول على المعارف العلمية وآلية لتأمين وتسهيل استعمالها في حياة الناس العملية. لذلك يتطلب وجود علماء مميزين بالذكاء والفكر والمنطق والقدرة على التحليل وبعد النظر وبقدر من العبقرية. هذا الشرط كان متوفراً كما يبدو على امتداد التاريخ لكن طبعاً بدرجات متفاوتة فذكاء الإنسان البدائي هو أقرب إلى الفطرية من ذكاء إنسان الحضارة المتطورة بغض النظر عن نسبة الذكاء عند هذا الشخص أوذاك، وفكر الإنسان الحديث غني بالثقافات التي أنتجتها المدنيات المختلفة نتيجة التجارب الطويلة التي جمعتها والعلاقة المتبادلة بين الإنسان والطبيعة. ولا ينبغي ان ننسى أن الحوافز التي تدفع العلماء باتجاه الإكتشافات الجديدة كانت تتغير وتختلف باختلاف الحضارات وباختلاف المراحل في الحضارة الواحدة. فقد شهدت حقبات معينة تشجيعاً ودفعاً واغراء للعلماء بينما شهدت حقبات أخرى تضييقاً وخنقاً وقمعا وصل أحياناً إلى حد الاعدام.

لقد ظهر العلم اذن على خلفية المعلومات الضرورية لعيش الإنسان واستمراريته. فقد درس البدائيون عادات وتصرفات الحيوانات التي كانت تشكل

طرائد لصيدهم؛ وتعلموا استعمال الأعشاب المختلفة كجزء مكون لغذائهم أو كأدوية لعلاج أمراضهم كما تعلموا استخراج المعادن والفلذات واستعمالها في صنع أدواتها. لقد تعود الإنسان القديم عن طريق تجربة الخطأ والصواب أن يجد المناسب الذي نجح في امتحان التجربة، لتحسين شروط حياته وتأمين الراحة لها. لم يكن في بادئ الأمر في مستوى القدرة على تفسير ظواهر الكون وتعليل أسبابها بمنطق منظم ومتماسك، بل كان فكره ملفوفاً بالخيال (خاصة في الشرق القديم) ويشوبه الوهم والخرافة. والخرافة هي تفسير طوباوي للأمور وهروب من التفسير العلمي الذي كان الإنسان البدائي يعجز عنه. وعصر الخرافة هو مرحلة تسبق العلم في سلم تطور فكر الإنسان وتفكيره.

كان الإنسان المبكر ينظر إلى الواقع كحوادث فردية فيضعها في قالب قصة، لذلك كانت الأساطير تعوض عن القيام بالتحليل والاستنتاج، فالبابليون مثلاً كانوا ينظرون إلى هطول الأمطار كنتيجة نشاط من الطّير العملاق " امدوغود" الذي يملأ السماء بما في جناحيه من سحب الزوابع السوداء بعد ان يلتهم " ثور السماء" الذي يحرق الزرع بأنفاسه الملتهبة. وعندما كان يأتي الأقدمون باسطورة كهذه لم يكن قصدهم تسلية السامعين بل محاولة لتفسير الظواهر في ظل افتقادهم للتسلح بالمعارف العلمية.

لم يكن القدماء يعللون الأمور بطريقة منطقية، وربما لم يكونوا يريدون ذلك لأن الموقف الذهني المجرد يحتم انفصالهم عن تجربتهم الحياتية البسيطة والمبسطة، فلجأوا إلى الميثالوجيا، أي صناعة الأساطير، عوضاً عن العلم لأنها الأسهل والأقرب إلى واقعهم وتجربتهم الحياتية التي لا تحتمل التحليل المنطقي والتعقيد، فالتفكير التأملي لا ينفصل عن تجربة الحياة.

واذا كانت ضرورات الحياة قد عبّدت طريق المدخل الأول نحو ولادة العلم فإن المدخل الثاني كان عبر العقل والتفكير المنطقي الذين احتاجا إلى بعض الوقت لكي ينضجا بما يقبل تبنيهما لموضوع العلم. لقد كانت فترة سيادة اجواء الميثالوجيا وعقليتها ضرورية لانطلاقة العلم. ربما كان قانون السببية من

أول القوانين المنطقية التي تبناها الإنسان فعبدت الطريق نحو تطور العلوم البدائية. وأولى التصورات عن الطبيعة التي يدخل فيها قانون السببية (ولو بشكله البدائي) يعتقد أنها ظهرت في حضارات ضفاف الأنهارمنذ أكثر من خمسة آلاف سنة ومنذ ذلك التاريخ تطورت الفكرة العامة عن الكون ككل وبدأ النظر إلى كون تتصل فيه الظواهر بالأسباب والنتائج وبعد ذلك تطور قانون السببية وتوسعت فكرته.

لقد سادت في مرحلة ما قبل العلم التصورات الدينية والميثالوجية. ويبدو ان الدين في الماضي كان مدرسة للمنطق حيث كان تفسيره للظواهر الطبيعية والحياتية هو الأكثر منطقية بين وجهات النظر الأخرى والتفسيرات التي كانت متوفرة في تلك الحقبة، وربما كان ذلك سبباً من اسباب انتصاره على النظريات الأخرى. فقد كان للأديان قوانينها فأعطت للظواهر الطبيعية صفة القانون وان يكن ذلك في شكله البدائي الأولي.

وكانت تسير إلى جانب كل التفسيرات الدينية - الميثالوجية تجارب الحياة اليومية التي كانت لها ملاحظاتها التي تثبت بالتجربة البدائية بعض التفسيرات المقدمة.

لقد كانت الحقبة الأولى للعلم عبارة عن ازدهار سببية أولية وعن وجود بعض المفاهيم المجردة نسبياً والتوجه نحو لوحة موحدة تدخل فيها العلاقات السببية الجزئية. وقد عرفت بلدان الشرق القديم مثل بابل، مصر، الصين والهند نزعة نحو صورة علمية للعالم كان عندهم بوادر تصورات عنها في ذلك الحين. وقد عرفت تلك المناطق بعض المحاولات التي فسرت بعض الظواهر بواسطة علاقات سببية محددة كما تم استعمال بعض المفاهيم التعميمية في الكم والنوع. وكان من ضمن اللوحة الموضوعة عن الكون بعض الصور التي تشرح توالي الليل والنهار وتوالي فصول السنة وبعض ظواهر الطقس وغير ذلك.

وقد وصلت الأفكار العلمية من مصر وبابل إلى بلاد اليونان حيث أضافوا

اليها معطياتهم الفلكية، والجغرافية والبيولوجية التي حصلوا عليها من الزراعة والحرف والبناء والابحار. ونتيجة هذا التفاعل ظهرت في المستعمرات الأيونية أولى الأفكار عن وحدة العالم، التي اصطدمت بالتصورات الميثالوجية- الدينية في ذلك العصر.

إن فكرة السببية قد ظهرت في حضارات الشرق القديمة، كما يبدو، لكن نضوج قانون السببية وتعميمه كانا بحاجة إلى مجتمعات تتمتع بنشاط حياتي أوسع، فيه مجال أوسع للتجربة. فكلما كان المجتمع أقرب إلى البدائية كلما كانت أفكار أعضائه مشتتة. عند بعض قبائل أميركا الجنوبية مثلاً لم يكن هناك مرادف لكلمة حيوان (طبعاً كان لكل حيوان اسم محدد لكن الاسم المجرد لكل الحيوانات كان مفقوداً) وفي جنوب افريقيا كانت تطلق على المطر تسميات كثيرة، أما في المجتمعات الزراعية، وهي أعلى في سلم التطور من تلك التي ذكرنا، فقد كانت تعرف مفهوماً عاماً للمطر وتعرف العلاقة بين فترات هطول المطر وحركات الكواكب، أي بتحديد أوقات هطول الأمطار، وفي ذلك سببية واضحة.

لقد عرف العلم حضانته الأولى في رحلة الإجابة عن اسئلة مثل "لماذا" و"ماذا بعد" فحملت الإجابة عليها بذور السببية والمنطقية. لقد ظهرت أفكار السببية في الشرق القديم، وكذلك الأفكار المجردة وجرى تعميمها على الكون ككل، أي على فكرة تفسير العالم.

ويمكننا القول أن الحضارة الشرقية القديمة قد شهدت ولادة فرعين من فروع العلم على الأقل هما الرياضيات وعلم الفلك.

العلم في العصر الاغريقي

اشتهرت الفلسفة في بلاد الاغريق، وكان يطلق على روادها اسم الفلاسفة، أي محبي الحكمة. وكان فلاسفة اليونان القدماء يدرسون اضافة إلى الأفكار

الفلسفية بعض الفروع العلمية مثل الرياضيات، البيولوجيا، علم الفلك والجغرافيا وكان همهم الحصول على أكبر قدر من المعارف.

وقد سجل التاريخ اسماء الكثيرين من هؤلاء "الفلاسفة" الذين تركوا بصمات دامغة في تاريخ الفلسفة والعلم، وبعضهم ما زال يحتفظ بشهرة واسعة حتى أيامنا هذه بعد أن تمت ترجمة أعماله إلى عدة لغات وانتشرت في أرجاء العالم.

كانت بلادهم صغيرة وغير ذات ارث حضاري يعتدّ به لكنهم وخلال قرنين أو ثلاثة قرون من الزمن (القرن السادس- القرن الرابع قبل الميلاد) تمكنوا من تبوؤ الصدارة بين الحضارات القديمة من حيث الارث العلمي والمعرفي بشكل عام. لقد حققوا قفزة يسميها البعض عجائبية لأن اسبابها غير معروفة بالكامل ولأن مداها كان خارج نسق المعقول في ذلك الزمن. السبب كما يقول بعض المحللين يعود إلى الجو الديمقراطي الذي ساد في بلاد اليونان في ذلك الحين، حيث أصبح المواطنون وربما لأول مرة في التاريخ متساوين امام القانون ومتساوين في تأدية وظائفهم الاجتماعية. هذه العملية سمحت بتطور شعور المواطنية وبتطوير العقلية النقدية والجدلية عند الجميع. والمعروف ان بلاد اليونان قد نشأت وتطورت دون أن تسيطر عليها سلطة قوية للكهنة كما كانت عليه الحال في مصر القديمة وبابل وحتى في فارس وبلاد الهند وقد أضيف إلى تحررهم من الكهانة القوية القوية تحررهم من نفوذ الحكام السياسيين فكانت بلادهم الأولى وربما الوحيدة في العالم التي كتب لها هذا الخلاص. والمعروف ان تلك الفترة شهدت نقاشات مفتوحة بين أفراد المجتمع وكانت قدرة الفرد على المحاججة موضع فخر ومباهاة. وقد سهلت في ذلك الجو الديمقراطي عملية الدخول إلى البرهان المنطقي للأمور والبرهان الرياضي للمسائل العلمية.

قد يكون ما ذكرنا سبباً لتطور الحضارة الاغريقية وقد يكون غيره انما ذلك قد حصل وشهدت بلاد اليونان ظهور فلسفة الطبيعة وتطورها، وفلسفة الطبيعة هي التي شملت نظريات فلسفية وتضمنت نظريات علمية. واضافة إلى ذلك

شهدت بلاد الاغريق تراكماً للملاحظات الحسّية عن عدة ظواهر طبيعية (بما في ذلك الكهرومغناطيسية)، وشهدت تطوراً في الهندسة وغيرها.

وغالباً ما يقسم تاريخ الحضارة الاغريقية إلى طورين رئيسيين، الطور الأول يمتد من القرن السادس إلى القرن الرابع ق.م. أي ابتداءً من فاليس والمدرسة الايونية وانتهاءً بأرسطو. في هذه المرحلة تم التوصل إلى نظريات عامة عن العالم والى أفكار عامة تتناول قوانين التفكير نفسه وطرق الوعي، وظهرت التساؤلات عن المادة والروح، عن تطور العالم المادي، عن تركيز الكون، عن طبيعة الزمان والمكان وعن طبيعة الحركة وأيضاً عن طبيعة الضوء. وفي هذه الفترة ظهرت البرامج في الرياضيات: بيتاغور- أفلاطون، ونظرية الذرية: لوقيبوس - ديمقريط وفلسفة الطبيعة لأرسطو. كما جرى في هذه الحقبة تحليل للأفكار التجريدية وعلاقتها بالواقع على يد سقراط، أفلاطون وأرسطو.

لقد كان لهذه الحقبة أهمية كبرى في تاريخ العلم لأن الإنسان قد تعلم فيها أن يفكر ويفهم الطبيعة وأن يفهم نفسه أيضاً أما المرحلة الثانية او المرحلة الاسكندرانية وتمتد من القرن الثالث قبل الميلاد وحتى تشتت المجتمع الاغريقي، فقد عرفت تطوراً للهندسة (اقيلدس)، الستاتيكا (ارخميدوس)، علم الفلك (اريستراخ وبطليموس)، الميكانيكا التطبيقية (غيروك وغيره) وقد شهدت هذه المرحلة أيضاً تطويراً لفلسفة الطبيعة وتطوراً لفن البناء وتكنولوجيا البحار والأدوات الحربية وغير ذلك.

من الأفكار الرئيسية التي شغلت بال فلاسفة الاغريق كانت فكرة ولادة العالم من الكايوس (Chaos)، أي الفوضى المطلقة، "فعندما بعثت فيه أفكار الانتظام تحول إلى عالم عاقل منتظم ومتناسق هو الكوسموس، هذا الانتقال حصل تحت تأثير قانون الكوسموس العام أي اللوغوس". ان دراسة عملية الانتقال هذه كانت مادة رئيسية لأبحاث العلوم الاغريقية. ومن الأفكار الهامة أيضاً كانت الفكرة عن وجود شبه بين الإنسان والعالم المحيط به لذلك حاولوا فهم العالم من خلال فهمهم للإنسان نفسه.

اذن العالم المحيط بالإنسان كان المادة الرئيسية للبحث والدراسة في بلاد الاغريق، فهو في نظرهم كون لم يبنه الآلهة كما لم يبنه الإنسان بل هو كون قد تحول إلى حالة الانتظام بفعل قانون " اللوغوس" لذلك انصب اهتمامهم على البحث في هذا القانون لاكتشاف ماهيته ومعرفة الأساس الذي ابتدأ منه الكون. طاليس(640 ق.م. - 548 ق.م) رأى البداية في الماء، ورآها انكسيمندريس (610- 546 ق.م.) في الابيرون أما انكسيمانس (546- 525 ق.م.) فرآها في الهواء ورأى هيراقليطس (544- 483ق. م) ان أصل الكون هو النار.

هل كان نمط تفكيرهم مميزاً؟

يصر الباحثون على أن اليونان هم أعرق شعوب الأرض في تقاليدهم العقلية، فقد قدسوا العقل وكذبوا ما لا يتفق معه ولو كان محسوساً، فالعقل أصدق من الحس، لذلك رفضوا السحر والأسرار والقوى الخارقة على عكس حضارات الأمم التي سبقتهم (أو عايشتهم). ولكي تكون المقارنة أوضح سوف نبرز بعض الفروقات بين تفكير اليونانيين وتفكير الشعوب التي سبقتهم حضارياً. وللمقارنة مع الحضارات الشرقية القديمة يمكننا تسجيل بعض الملاحظات السريعة كما يلي:

لم يكن التفكير النظري أو البحث العقلي الهادفان للوصول إلى الحقيقة المجردة مدرجين في أولويات اهتمام المصريين القدماء بل كانا بعيدين عن منهاج حياتهم فلم يستطيعوا انجاب أي مذهب فلسفي بالمعنى الصحيح. " كان االشغل الشاغل لحكماء المصريين القدماء، وكان أكبر همهم تطهير النفس الإنسانية واعدادها للانتقال من دار الفناء إلى دار البقاء" (انظر عبد الرحمن مرحبا ص. 18). "واذا كان قدماء المصريين قد وصلوا في الهندسة إلى الكثير من الحقائق، إلا أنهم لم يجعلوا من الهندسة علماً ذا علل ومبادئ ولم يصلوا إلى نظريات تشبه نظريات اقليدس" (المصدر السابق ص. 19).

ولم يتمكن حكماء ايران القدماء أيضاً من وضع نظرية عميقة في الكون ولم يستطع التفكير الفارسي ان يتخلص من تأثير ديانة الزاندافستا.

" ولم يكن الوجود في ذاته معروفاً عند حكماء الهند" ، والحياة الروحية التي ينشدها حكماء الهند لا تقيم وزناً كبيراً للتصورات العقلية، انها المقصد والغاية، وكل ما عداها فانما هو هراء في هراء" (المرجع نفسه ص. 21).

وينطبق على التفكير الصيني ما ينطبق على التفكير الهندي، وذلك لتقارب التقاليد الدينية بين البلدين. وبما ان العلم لا يميز بين عرف وآخر وبين شعب وآخر من حيث المقدرات العقلية فيمكننا الافتراض ان ما أشرنا اليه أعلاه من العوامل الاجتماعية والسياسية هو الذي ميز الاغريق بالتأمل العقلي والبحث النظري، فتم انجاب الفلسفة والعلم (في طبعته الثانية) في بلادهم.

المناهج الاغريقية

شهدت بلاد الاغريق تغيرات سياسية ومراحل حضارية متفاوتة كانت فيها الابداعات الفلسفية والعلمية تشهد مداً وجزراً وخلافات واختلافات مستمرة.

واذا كانت انجازات العلم التطبيقي بشكل خاص والعلم بشكل عام تتميز بخط بياني صاعد باستمرار فان المفاهيم العلمية والتفكير العلمي والنظريات العلمية التي تبتكر العجلة في مرحلة زمنية معينة لا يمكنها ان تنسى ابتكارها في مرحلة لاحقة، بل ربما تبعته بابتكارات جديدة، أما النظريات العلمية " المتناحرة" فيمكنها أن تعدل أو تلغي بعضها البعض وربما كان سر قوتها يكمن في جو النقاش الديمقراطي الذي يرافق سيرتها. إن عصر العلم الاغريقي هو نشوء وتطور الفلسفة، فالفلسفة ظهرت على انقاض الميثالوجيا كمرحلة أرقى على المستوى الذهني والعقلي. لذلك يعتبر البعض في اليونان القديمة ان فلسفة الطبيعة هي المرادف الشرعي للعلم، العلم الاغريقي طبعاً.

يجري تقسيم تاريخ العلوم الاغريقي إلى أربع مراحل تبعاً لظهور مراكز المعارف العلمية في أيونيا، أثينا، الإسكندرية وروما القديمة.

الحقبة الأيونية نسبة إلى أيونيا، وتمتد طوال القرن السادس ق.م. وتنسب إلى هذا العصر المدرسة الايونية. ويرتبط العصر الايوني لتطوير فلسفة الطبيعة في اليونان القديمة باسماء اكتسبت شهرة كبيرة هي طاليس (625-547)، انكسيمندريس (610- 546)، انكسيمنس (585- 524) فيثاغور (582- 500)، هيراقليطس (544- 483)، امبيدوكل (490-430) وغيره. فطاليس كان رياضياً فلكياً، كان واسع العلم والمعرفة وهو واحد من الحكماء السبعة الأشهر في بلاد الإغريق. أقام في مصر فترة من الزمن وتعرف إلى العلوم المصرية والبابلية خاصة الرياضيات وعلم الفلك ووضع عدة نظريات عن خصائص المثلثات والدوائر وتمكن من قياس علّو الاهرامات بواسطة الظل؛ فقد انتظر الفترة التي يكون فيها ظل الإنسان مساوياً لطوله الحقيقي فقاس ظل الاهرامات وحدد علوها الحقيقي. وعرف بُعد السفينة عن الشاطئ وهي في عرض البحر. كان أول من لاحظ أن مادة الكهرمان المحفوفة تجذب اليها الاجسام الصغيرة دون أن يربط ذلك بالكهرباء. تنبأ بكسوف الشمس في سنة 585 ق.م. اعتبر ان القمر لا يرسل نوره الخاص إلى الأرض بل هو يعكس الاشعة التي تصل اليه. تحدث طاليس عن أصل الأشياء واعتبر ان الماء هو المكون لها ورأى أن الأرض عبارة عن اسطوانة تسبح في المحيط، وحولها ترسم المسارات الفلكية. أهميته تكمن في أنه حاول الاستقراء والبرهنة واعطاء تفسيرات علمية طبيعية لكل الظواهر المجهولة والمعقدة بعيداً عن الاساطير، فالهزات الأرضية حسب طاليس ليست نتيجة غضب الآلهة على البشر بل نتيجة تفجر المياه الساخنة في المحيطات.

انكسيمندريس هو مؤلف اول كتاب في اليونان بعنوان "في الطبيعة" وقد اعتبر ان أصل الأشياء هو الأبيرون (أي غير المحدد) أو (الكتلة الضبابية). وتحدث انكسيمندريس عن حفظ المادة في وقت مبكر. اعتبر أن المادة الحية

تشهد عملية تطور وان الإنسان تطور من السمكة. واعتبر ان الأرض تسبح في الفضاء ولا ترتكز على شيء. وكان أول من اكتشف انحناء سطح الأرض.

انكسيمانس اعتبر ان اصل الكون الهواء. فالهواء هو مصدر الحياة في الإنسان وبانتهاء عملية التنفس تنتهي الحياة. كل شيء يبدأ من الهواء وينتهي اليه. واعتبر انكسيمانس ان النجوم أبعد من الكواكب وانها تتشكل من نار لكننا لا نحس بها نظراً لبعدها.

هيراقليطس كان ارستقراطياً وكاهناً بالوراثة. اعتبر أن اصل الكون النار منها تشكلت كل الأشياء بما في ذلك روح الإنسان. النار في نظره ليست النار العادية بل "الكوسموس" الذي لم يخلقه إله بل هو موجود دائماً. حياة الطبيعة برأيه عبارة عن حركة النار الدائمة. ولأن النار دائمة الحركة لا تهدأ فإن الأشياء التي ترجع في أصلها إلى النار يكون من طبيعتها التغير والصراع. وفي رأيه ان في أساس المعرفة الادراك، لكن التفكير وحده هو الذي يقود إلى الحكمة.

وبرأي امبيدوكل فإن كل شيء في العالم يتكون من أربعة عناصر هي التراب، الماء، الهواء، والنار.

ومن أهم فلاسفة اليونان وأشهرهم الرياضي فيثاغوراس الذي يرتبط اسمه باسم علاقة رياضية يعرفها كل منا من أيام المدرسة وهو شخصية قوية وعلمية فاعلة. سافر في شبابه إلى مصر وبابل حيث درس الرياضيات وعلم الفلك. وتعرف إلى أفكار كان لها تأثير كبير عليه فيما بعد. وبعد عودته اسس ما عرف بالمدرسة الفيثاغورية التي شكلت دفعاً باتجاه التجريد العقلي والتجريد الديني. وكان العلم في نظره ونظر اتباعه وسيلة فعالة لتهذيب الأخلاق وتطهير النفس.

وقد تحولت تعاليمه إلى ديانة سرية له ولأتباعه لكنها ديانة ترتكز على الرياضيات. وقد جعل من العلم رياضة دينية إلى جانب الشعائر الأخرى فالرياضيات والموسيقى هما وسيلة لتطهير النفس من الذنوب. ووجه تلاميذه إلى الرياضيات والفلك والطب والموسيقى. وكان فيثاغوراس يؤمن بتقمص النفوس

بعد الموت ويذكر انه أوقف شخصاً عن ضرب كلب لأن عواءه كان يشبه صوت أحد أصدقائه المتوفين.

وأولى فيثاغوراس أهمية كبيرة للأعداد وللتناسق، وكانت دراسة الاعداد بالنسبة له كما الدراسة عن أسس الكون فالاعداد هي جوهر الكون وهي بمثابة الحجارة التي يبنى منها فلكل عدد شبيه من الاشياء: العدد واحد شبيه النقطة العدد 2 شبيه الخط؛ العدد3 شبيه السطح؛ العدد 4 شبيه الجسم (الثلاثي الأبعاد).

الحقبة الأثينية

وتمتد من سنة 480 ق.م. إلى سنة 330 ق.م. أي منذ انتهاء الحروب الفارسية وحتى استيلاء الاسكندر على المدن اليونانية. ومن أشهر فلاسفة هذه الحقبة:

المفكر الشهير سقراط (469-399ق.م.) الذي لم يتعاط بفلسفة الطبيعة، لكن آراءه الفلسفية كان لها تأثير على تطور العلم.

أفلاطون (428-347ق.م.) كان من تلامذة سقراط فتأثر بفلسفته في صباه، وتأثّر أيضاً بتعاليم الفيثاغوريين. تصور العالم المنتظم كعالم للأفكار، أما العالم الذي نعيش فيه فهو عالم الأشياء - عالم المادة الميتة. ان خالق كل شيء هو الإله الخالق، أما خلق العالم فكان خاضعاً لسنن رياضية، أجهد أفلاطون نفسه في البحث عنها.

وقسم أفلاطون العالم إلى منطقتين رئيسيتين، منطقة إلهية وهي السماء، حيث يوجد الجوهر الالهي من شمس ونجوم وكواكب وغيرها؛ ومنطقة أرضية هي عالم الأشياء المتغيرة والزائلة. وقد رسم أفلاطون دوائر إلهية في السماء ما لبثت أن أثرت على العلم مدة طويلة.

واعتبر أفلاطون ان كل ما نلتقطه بواسطة حواسنا الخمس يشكل الجزء الخارجي لكن الجوهر لا يمكننا أن نراه أو نحسه، بل يمكننا الوصول اليه بواسطة العقل فقط (هذا ما تأثرت به الفلسفة الغربية فيما بعد). ولم يعط افلاطون أية أهمية للتجارب بل اعتبر أنها تزعج البحث عن الادراك النظري الصافي؛ فحركة الكواكب، حسب رأيه، من الأفضل أن تدرس بواسطة العقل لا بواسطة القياسات الدقيقة.

لقد شكل أفلاطون، وقبله فيثاغوراس وأتباعه، وبعده اقليدوس، ما يسمى بالمنهج الرياضي. وقد أثرت آراؤه على العلوم الطبيعية وتطورها (ثم تخلفها فيما بعد). وتم تبني فلسفته في الغرب مئات السنين.

مؤسس النظرية الذرية كان ديمقريطس (460–370)، الذي أثر تأثيراً كبيراً على تطور العلوم الطبيعية. قام بعدة رحلات إلى الخارج وأقام في بابل ومصر والهند. لم تصل الينا كل أفكاره لكن أهمها كانت نظريته الذرية. فالذرات (atomos)، أي (غير القابلة للتجزئة) هي جسيمات متناهية الصغر تتحرك في الفراغ وتشكل برأي، ديمقريط الأساس المادي للكون. والذرات تعني الوجود بعكس الفراغ الذي يعني اللاوجود، الذرات أبدية، والكون الذي يتألف من ذرات ومن فراغ هو أبدي أيضاً. والذرات تقع في حركة دائمة وتختلط مع بعضها في الفضاء. والذرات حسب ديمقريط تختلف في أشكالها واحجامها، لكن الإنسان لا يدركها. وكل الأجسام تتشكل من تلاقي الذرات كما تتشكل الكلمات من الحروف. والذرات لا تأتي من العدم، ولا تختفي من الوجود؛ ونشوء الشيء يعني اتحاد الذرات كما أن تدمير هذا الشيء يعني تفكك الذرات وتفرقها.

العالم في رأي ديمقريط هو فراغ لا حدود له مع وجود عدة عوالم مغلقة فيه، هي عبارة عن دوائر ظهرت نتيجة حركة لولبية للذرات؛ في نتيجة هذه الحركات تراكمت الذرات الكبيرة والثقيلة في الوسط، أما الذرات الخفيفة فقد

تناثرت إلى الجوانب والأطراف. من الذرات الثقيلة تشكلت الأرض، ومن الذرات الخفيفة تشكلت السماء. والعوالم متعددة في الكون، منها ما هو مسكون، لكن هذه العوالم تظهر ثم تموت.

وكان ديمقريطس أخلص أهل زمانه للعلم وربما أعلمهم، فلم يتفوق عليه في علم الهندسة حتى المهندسون المصريون. وكانت فلسفته بعيدة عن تأثير الصوفية والميتافيزيقا. ان كل شيء يحدث في العالم لا بد لحدوثه من سبب وضرورة، فلا مكان في نظره للصدفة.

تعتبر النظرية الذرية من أهم النظريات في تاريخ العلم، وأهميتها لا تقتصر على مجالها وحسب بل تمتد إلى الفروع الأخرى، فقد كانت دافعاً قوياً لتوجه العلماء إلى البحث عن الأسباب الميكانيكية لكل التغيرات التي تحدث في الطبيعة وسبباً من أسباب تطوير تصوراتهم.

المؤسس الثاني للنظرية الذرية كان لوقيبوس (500-440ق.م)، الذي رأى في التجربة الحسية والمنطق النظري أساسين جوهريين لهذه الذرية.

أما أرسطو (384- 322ق.م) فكان تلميذاً لأفلاطون، ثم عمل كمربٍ للاسكندر المقدوني الذي عرف فيما بعد بالاسكندر الكبير، وهو من أشهر فلاسفة اليونان (وربما كان أشهرهم). شكل برنامجه خطاً توافقياً بين البرنامج الرياضي (لفيثاغوراس وأفلاطون) والبرنامج العلمي (أي نظرية ديمقريط الذرية)؛ فهو من جهة يرفض الإعتراف بأن الأشياء تنبثق من ذرات مادية، ويرفض من جهة أخرى وجود الأفكار والأهداف الرياضية بشكل منفصل ومستقل عن الأشياء المادية. فهو يعتقد أن الأفكار والأشياء الملموسة لا تنفصل عن بعضها، فالعلم واحد ولا ينقسم إلى جزئين، والوعي أيضاً ينتمي إلى الأفكار والى الأشياء المحسوسة في نفس الوقت.

وقد أولى أهمية للشكل، فالمادة الأولية تكون سلبية في البداية، أي قبل أن تتحد مع الشكل الذي يعطيها التحديد. فعندما تتحد المادة الأولية مع

الأشكال البسيطة مثل البرودة، الحرارة، الجفاف أو الرطوبة، تتشكل العناصر الأولية مثل الأرض، الماء، الهواء والنار. كل هذه العناصر تتوزع في نظام معين فيتم انتاج "الكوسموس". العنصر الأثقل هو التربة، لذلك يكون مكانه في المركز، والأرض تتشكل من هذا العنصر فهي مركز الكون. الأرض كروية وثابتة (كروية الأرض يمكن الاستدلال اليها بواسطة كسوف الشمس عندما يظهر ظل الأرض على القمر) وحول الأرض تتوزع العناصر الخفيفة مثل الماء والهواء والنار التي ترتفع وصولاً إلى القمر. المنطقة التي تعلو القمر هي عالم الهي محكوم بقوانين أخرى لأنه يتشكل من عنصر آخر هو الأثير الذي يتكون منه القمر وتتكون منه أيضاً الشمس والكواكب التي تدور حول الأرض... وهكذا تم تصور النظام المركزي الشهير للكون الذي ظل مسيطراً في العلم حتى القرن السادس عشر، أي حتى الثورة العلمية الأولى.

لم يكن عند أرسطو قوانين عامة، فلكل طبقة من الوجود قوانينها الخاصة بها. وفي قوانين الحركة كان أرسطو يعتقد أن لكل جسم متحرك هدف محدد سلفاً ليقصده، فالجوامد تسير باتجاه الأسفل اذا ما تركت لذاتها، أما النار فتسير باتجاه الأعلى.

الحركة عند أرسطو أبدية لكنها لا تبدأ من تلقاء نفسها، هناك محرك لها ومصدر الحركة هو الاله. أما تأثير الأجسام على بعضها فهو برأي أرسطو تأثير الجسم المتحرك على الجسم الآخر (بعكس القانون الثالث لنيوتن).

وقانون السببية عند أرسطو يربط السبب بالنتيجة، فالمطر لا يهطل لأن ظروف هطوله متوفرة، بل يهطل لكي يسقي الزرع.

والعلم يدين لأرسطو بوضع المنطق الشكلي الذي ثبّت العلم على أسس منطقية ومتينة، مرتكزة على التفكير. وله الفضل أيضاً في اقرار تنظيم البحث العلمي وضرورة أن يتوفر فيه تاريخ للموضوع وابراز الحجج (مع وضد) ووضع أسس الحل.

بعد مساهمات أرسطو تمكنت المعارف العلمية من الانفصال عن الميتافيزيقا (أي عن الفلسفة) وجرى تخصيص المعارف العلمية. وقد وضع أرسطو نفسه أسس علم الحيوان وأسس علم التشريح والفيزيولوجيا. أما كتبه عن الحيوانات فقد ظلت تدهش العلماء حتى القرن التاسع عشر.

يعتبر أرسطو الشخصية الموسوعية الأولى في بلاد الاغريق. وقد جمع علوم ديمقريط إلى فلسفة أفلاطون ورياضيات فيثاغوراس.

المرحلة الاسكندرانية

المرحلة الثالثة من تطور العلوم الإغريقية هي المرحلة الإسكندرانية، نسبة لمدينة الإسكندرية في مصر التي أسسها الإسكندر الكبير سنة 332 ق.م، أو المرحلة الهلينية. وكان الإسكندر هذا أول من موّل الأبحاث العلمية وأخضعها لتوجيه الدولة. وقد أصبحت مدينة الاسكندرية مركزاً للعلم تطورت فيها التجارة والحرف والمواصلات والأبحاث العسكرية واحتضنت مكتبة وصل عدد الكتب فيها إلى 700000 كتاب.

القرن الثالث ق.م. يعرف بالقرن الذهبي في تاريخ العلم. فقد حققت فيه الحقبة الهلينية نجاحات كبيرة في حقلي الرياضيات والميكانيكا وتطورت فيه الكتابة. وقد اشتهرت في هذه المرحلة أسماء اقليدوس ارخميدوس وابيقور.

إقليدوس (في القرن الرابع- القرن الثالث ق.م) كان اهم عالم رياضيات في عصره، نشر دراسات رياضية كاملة في مؤلفه " البدايات" وما تزال تعاليمه تدرس في المناهج الدراسية (المدرسية والجامعية) حتى اليوم. وهل يمكن لأحد أن ينسى الهندسة الاقليدية وان ينسى البديهيات (Axioms) الخمس والمسلمات (pastulats) الخمس؟

فتح إقليدوس في الاسكندرية، التي عمل فيها من سنة 310-280 ق.م، مدرسة شرح فيها لتلامذته أعماله العلمية المنشورة في سلسلة كتبه "البدايات"

المؤلفة من 13 جزء. وكانت موسوعته هذه تحتوي أيضاً على أعمال من سبقه من الرياضيين امثال فيثاغوراس ويفدوكس (408- 355 ق.م). وقد كان لمؤلف اقليدوس أهمية قصوى في تاريخ العلم حتى أن البرت اينشتاين الذي عاش بعده باكثر من 2300 سنة وصف كتاب البدايات بأنه "انتاج فكري أعطى البشرية الثقة بنفسها".

وكان لاقليدوس مؤلفات أيضاً في الموسيقى، الفلك والضوئيات، وقد وصف الرياضيات بانها العلم النظيف وجمع كل الأفكار الهندسية التي كانت معروفة قبله في نظام واحد.

ومن علماء المرحلة الاسكندرانية ارخميدوس (287- 212 ق.م) الذي يتذكر اسمه كل منا لأنه مرتبط بقانون ارخميدوس المتعلق بقوة ضغط السوائل ولا أزال شخصياً أحفظه عن ظهر غيب من الصف الخامس الابتدائي وحتى الآن وهو ينص على ما يلي:

"كل جسم جامد يلقى في أحد السوائل يتلقى ضغطاً عامودياً متجهاً من أسفل إلى أعلى تعادل قوته وزن السائل الذي حل محله الجسم الجامد".

كان والده رياضياً وفلكياً وأعطاه من علمه ووجّهه نحو العلم. وفي الاسكندرية حيث كان يدرس ارخميدوس اطلع على اعمال مفكري اليونان الذين سبقوه مثل ديمقريطس، افدوكس واقليدوس. وقد اشتهر ارخميدوس في الميكانيكا والرياضيات وكان له اكتشافاته الأصلية. فقد اعتمد على تعاليم اقليدوس فحسب قيمة π ووجد انها تساوي 22/ 7. وحسب احجام الاشكال الأسطوانية، الكروية والمخروطية، ووجد مركز التوازن لبعض الأجسام ذات الأشكال الهندسية المختلفة. اخترع آلة لضخ المياه إلى الأعلى، وكانت له دراسات في الثقل النوعي للأجسام والقانون العام لتوازن السوائل. وكانت له اختراعات كثيرة استعملت في روما لأهداف عسكرية.

العلوم في تلك الحقبة كانت عبارة عن امتداد للعلوم اليونانية التي استعرضناها في الفقرات السابقة. وقد اشتهر في هذه الحقبة اسما لوكرتسي (99ق.م. 55 ق.م) وبطليموس (90- 168 ب.م). الأول تابع بعمق تعاليم ديمقريط عن النظرية الذرية وكان له عدة اكتشافات أصيلة في المجالات العلمية الأخرى. فقد لاحظ أن الحركة يمكن أن تتحول إلى دفء (قبل اكتشاف قانون حفظ الطاقة بكثير)، وأكد أن الأجسام تهبط بنفس السرعة في الفراغ، واعتبر أن الصوت ينتقل بسرعة محدودة. كما افترض أن هناك اشعاعات غير مرئية.

بطليموس كان الشخص الأعلى ثقافة في عصره. عاش الجزء الأكبر من حياته في الاسكندرية التي كانت تشكل جزءاً من الامبراطورية الرومانية كما اليونان القديمة. أهم مؤلفات بطليموس كان " النظام الرياضي" الذي وصل إلى الغرب عن طريق العرب تحت اسم "المجسطي". في هذا الكتاب تناول بطليموس كل المعارف العلمية الاغريقية للفلكيين الذين سبقوه فعمّمها ووضع لها نظاماً رياضياً. واعتمد في براهينه على نظريات أفلاطون وأرسطو التي تعتبر الأرض كروية وثابتة تقع في مركز الكون وعلى مبدا أرسطو.

وقد " برهن" أن الأرض ثابتة لا تتحرك اعتماداً على مبدأ الحركة عند أرسطو الذي ينص على أن الأجسام الثقيلة تهبط بسرعة أكبر من سرعة الأجسام الخفيفة. وقد انجز بطليموس نظامه الرياضي الشهير لحركات الكواكب الذي اعتبر فيه ان ما يدور حول الأرض ليس الكوكب نفسه بل مركز الدائرة.

لقد صمد نظام بطليموس لثلاثة عشر قرناً من الزمن مع أنه كان كبيراً ومعقداً الا أنه سمح بحساب مواقع الكواكب بدقة معقولة.

وكان لبطليموس مؤلفات اخرى في مجال الضوئيات والجغرافية وغيرها. والجدير بالذكر ان علم الجغرافيا عرف نجاحات في العصر الروماني نتيجة احتياجات الامبراطورية المترامية الأطراف.

بعض ميزات تطور العلم الاغريقي

لقد ذكرنا في سياق النص الكثير من مميزات الأفكار العلمية اليونانية التي نمت في كنف فلسفة الطبيعة. وخوفاً من أن يكون قد فاتنا ذكر الكثير منها أردنا أن نذكر باختصار بعضاً من هذه المميزات التي اخترنا منها التالية:

ان المتابع للأفكار والآراء العلمية في العصر الاغريقي يلاحظ ان العلم وان لم يكن قد بدأ في هذا العصر فإنه قد حقق قفزة نوعية كبيرة جداً خلال فترة قصيرة، وخاصة خلال القرنين السادس والثالث قبل الميلاد. لقد تم في ذلك العصر تحرير العقل والمنطق وتشجيع أسلوب المحاججة والمجادلة، وتم اعتماد البرهان معياراً لصحة النظريات، ورفعها المنهج الاستنباطي في منطق " أرسطو" إلى درجة أرقى في علميتها. وتم اعتماد الرياضيات معياراً لصدقية العلوم، فقد ادخلوا الرياضيات في خلق العالم وبنائه وفي الموسيقى والهندسة وعلم الفلك، كما ادخلوها في فكر الإنسان وفي نفسه، وما زالت الرياضيات منذ ذلك الحين تدخل رويداً رويداً مجالات العلوم المختلفة حتى وصلت إلى البيولوجيا وعلم النفس. وقد تم ادخال وتطوير مفاهيم المناهج والأنظمة إلى الفلسفة والعلم في بلاد اليونان القديمة، فقلما قرأنا عن فيلسوف كبير لا يتبع منهاجاً أو يبني نظاماً للكون ولسير الأمور فيه. وغاص " علماء" الاغريق في مكنونات المادة وتناولوا موضوع الروح بالبحث والتشريح وبحثوا في أصل الكون وحدوده. درسوا الحركة وقوانينها فكانت لها قوانين خاصة وأخرى عامة. وقد ساعدتهم مناهجهم الفلسفية على الغوص في ماهية الأشياء والذهاب بعيداً فعبرت من حدود الميكرو إلى حدود الماكرو ومن حدود الكون وأطرافه إلى مركزه، الذي أجمعوا على أنه الأرض. وناقش حكماء الاغريق معنى الفوضى (الكايوس) والانتظام ومعنى البداية والغاية والنهاية وميزوا بين العقل والاحاسيس وسمح لهم خيالهم العلمي بتنظيم نموذج لالتقاء الذرات كي تشكل الاجسام والأشكال.

ربما لم يحققوا انجازات علمية كبيرة على الأرض فلم تكن مبانيهم في حجم الأهرامات، الا أنهم حققوا انجازات علمية في الفكر؛ واذا كانت الأشكال الأولى لانجازات العلم عرضة للاندثار فإن ما يحققه الفكر العلمي والخيال العلمي من انجازات يبقى ليتم توارثه من جيل إلى جيل ان لم تأت سلطة قمعيه لتضعها في القمقم كما فعلت سلطات القرون الوسطى في أوروبا وغيرها.

صحيح ان علومهم لم تخرجهم من الحضارة الزراعية التي استمرت في أوروبا حتى أواسط القرن الثامن عشر (وما تزال في الكثير من بلدان العالم مستمرة حتى اليوم) وصحيح أن اجتهاداتهم الفلسفية لم تخرجهم من عصر العبودية، لكنهم عرضوا نموذج الديمقراطية الذي ما زالت حضارة الإنسان تقبله وتتبنى اوجهه حتى اليوم؛ وطرحوا أفكاراً علمية ما زال العلم مشغولاً بتطويرها وتحويلها حتى اليوم، فتركوا بذلك في العلم بصمات قد لا تمحى في مستقبل قريب. وكانت أهميتهم أيضاً في أنهم صهروا المعارف العلمية القديمة في أنظمة معرفية منسقة وظهرت عندهم عملية صناعة الأفكار.

وفي بلاد الاغريق برز العلم كقطاع حضاري متميز فبرزت مجموعة خاصة من البشر المختصين بالحصول على المعارف الجديدة، والمعارف أصبحت نظامية وعقلانية ومدعمة بالنظريات. أي ان كل ما نطرحه اليوم من عناصر ضرورية للعلم قد توفرت في تلك المرحلة. لكن العلم بقي مرتبطاً بالفلسفة يتحرر أكثر أو يضيق الخناق عليه كلما تبدلت آراء الفلاسفة أو انتصرت واحدة على أخرى، مع أنه قد حصل على الكثير من استقلاليته في حدود القرن الثالث ق.م..

المعارف العلمية في القرون الوسطى

الفترة الزمنية التي اصطلح على تسميتها بالعصور الوسطى هي الفترة الواقعة

بين القرن الخامس والقرن الخامس عشر وامتدت حوالى العشرة قرون. وهذه الفترة تشكل للأوروبيين ما يعرف بعصر الانحطاط لأنها شهدت سقوط الامبراطورية الرومانية، غزوات المغول وانحلال الحضارة. وقد سيطرت نتيجة ذلك الأفكار الدينية في حياة البشر في المجتمعات الأوروبية ربما لحماية عقولهم من الفراغ والتصحر.

المركز الحضاري الوحيد الذي استمر في أوروبا في ذلك العصر هو الدولة البيزنطية التي حافظت في مكتباتها على بعض من الارث الاغريقي.

أما في الشرق فقد انتصرت الدعوة الاسلامية في القرن السابع وتشكلت بعد ذلك دولة الخلافة الاسلامية المترامية الأطراف فأخذت على عاتقها وصل النشاط الحضاري والعلمي في العالم كي لا ينقطع فشهدت فعلاً شيئاً من الازدهار خاصة في القرن التاسع وبعده أيضاً.

العلم في ظل الخلافة الإسلامية

لقد درس كل منا في المدرسة عن " تاريخ العلوم عند العرب"، لذلك أتوقع أن يحتج البعض على تغيير التسمية في عنوان هذه الفقرة- من العلوم عند العرب إلى العلوم في ظل الخلافة الإسلامية. لكنني أرى ان هذا العنوان هو الأقرب إلى الواقع، اذ أن الكثيرين ممن اشتغلوا في مجال العلوم واشتهرت اسماؤهم كانوا من أصول غير عربية (من فارس او من آسيا الوسطى مثلاً). ومع أن بعض العلماء العرب كانوا من غير المسلمين، لكنهم عاشوا في ظل دولة الخلافة الإسلامية على أية حال.

ان دولة (أو دول) الخلافة الإسلامية قد امتدت لفترة طويلة من الزمن، من أوائل القرن السابع إلى أوائل القرن العشرين وقد تقلبت أوضاع العلم كثيراً في هذه الفترة الغنية بالأحداث السياسية والعسكرية، وكان من الطبيعي في بداية تركيز الدولة في حدودها الجديدة والبعيدة والمتغيرة في كل يوم تقريباً ان لا

يعطى العلم الإهتمام الوافي والدعم الكافي للإنطلاق والتطور والإنتشار. فصحيح أن الدولة الإسلامية كانت هي الدولة المحورية في عصرها، بحدودها المترامية الأطراف وقدراتها العسكرية، وغناها الديمغرافي وموقعها الجغرافي المميز؛ إلا أن تطور العلم يحتاج إلى الإستقرار الأمني والى مناخ الحرية، ويحتاج إلى الدعم والتشجيع على عدة مستويات؛ فمن جهة يحتاج إلى مزاج شعبي يحبذ العلم ويتقبل الثقافة العلمية (ولو في أوساط محددة)، ومن جهة أخرى يحتاج إلى دعم مادي ومعنوي والى رعاية. واذا استعرضنا تاريخ العلماء نلاحظ أن هجرة الأدمغة المنتشرة في أيامنا هذه كانت متبعة منذ أقدم العصور، فعلماء الاغريق كانوا يهاجرون عندما تقسو الظروف في بلادهم، وكانوا يبدعون أكثر عندما يتلقون الدعم والمساندة (ومثل أرسطو في ذلك أبلغ مثال).

ان تناول موضوع العلوم في ظل الدولة الإسلامية يترافق دائماً مع شيء من الإرباك، فلو قرأنا أي كتاب عن تاريخ العلوم سنجد فيه، حتماً، مغالاة في أحد الإتجاهين، فإما أن نجد انكاراً لفضل العرب ودورهم في تطوير العلم والتفكير العلمي في فترة ازدهار حضارتهم، حيث ينكر عليهم ذلك الكثيرون من الكتاب الغربيين، واما ان نجد مغالاة في تضخيم دورهم دون ابراز الوثائق الضرورية التي تثبت ذلك، وهذا ما صادفناه في مناهجنا المدرسية. وفي الحالتين يتحمل العرب انفسهم، حكومات وباحثين، المسؤولية الأكبر عن هذا التقصير وذاك، فالأبحاث في مجال تاريخ العلوم عند العرب وقراءة المخطوطات القديمة بقيت وحتى الماضي القريب وقفاً على مجموعة من المستشرقين المدفوعين بفضولهم العلمي، أو بفضولٍ آخر لا مجال لذكره الآن.

ولأن تاريخنا (العلمي والاجتماعي والسياسي) يكتبه البحاثة الغربيون فإن نسبة الحقيقة فيه تتوقف بدرجة معينة على مصداقية ومدى موضوعية هؤلاء الباحثين. وعندما نكتب نحن تاريخنا فاننا نجنح إلى المغالاة، وربما يكون السبب في ذلك عقدة ذنب مخفية أو محاولة للتعويض عن تقصيرنا في السباق

الحضاري مع الغرب، وفي هذه الحالة وتلك يضيع القارئ، وللأسف بين حقيقتين تتسابقان إلى ايهامنا باليقين.

ولحسن حظنا بدأت منذ فترة قصيرة حركة ناشطة من قبل الباحثين العرب في مصر وسوريا ولبنان ودول عربية أخرى، ومن قبل باحثين عرب يعملون في معاهد غربية، لقراءة واعادة قراءة مخطوطات قديمة، بعضها كان مغموراً وبعضها الآخر كان عصياً على فهم المستشرقين. وقد أدى ذلك إلى اكتشاف مساهمات علمية عربية مفاجئة إلى حد الذهول، فإذا بأفعل التفضيل يأتي هذه المرة مبنياً على حقائق مثبتة.

ان موضوع هذا الكتاب ليس التعريف بالانجازات العلمية لا العربية ولا غيرها، إنما رسم الخط البياني لتطور مفهوم العلم تحديداً، وليس تطور الإختراعات والإكتشافات العلمية أو التكنولوجية التي نتطرق إليها فقط بالقدر الذي يخدم اكتمال فكرتنا عن تطور مفهوم العلم. فقد تشهد منطقة ما انجازات علمية كبيرة دون ان تسهم في تطوير مفهوم العلم وقد يحصل عكس ذلك هذا ما نتتبعه عبر صفحات كتابنا هذا.

هناك فكرة سائدة في الغرب إلى حد كبير ومفادها ان دور العرب (والمسلمين) في العلم اقتصر على ترجمة كتب العلوم اليونانية وحفظها لأن المصادر الأصلية قد تم اتلافها أثناء الحروب فكانت الترجمات العربية هي المصدر الوحيد إلى استعادة مراجع الفكر اليوناني ومن ثم اعادة وصل التسلسل العلمي التاريخي بواسطة الأوروبيين أنفسهم بعد عصر النهضة. ان هذه الفكرة تفتقر إلى الدقة الموضوعية لأن ما ظهر ويظهر من آثار العرب العلمية في ظل الدولة الإسلامية يدل على أن نجاحات كبيرة قد تحققت في عدة مجالات، خاصة في مجالات الرياضيات علم الفلك، الطب والخيمياء واذا كانت مهمة البحث عن اسباب رواج الفكرة المذكورة عن العلوم العربية تقع خارج مهمة هذا الكتاب فانه من المفيد أن نميز من هذه الأسباب سببين رئيسيين:

السبب الأول يكمن في افتقار علماء تاريخ العلوم الغربيين إلى المراجع

الكافية والوافية، فمهمة مراجعة المخطوطات العلمية هي مهمة صعبة تتطلب من الشخص المراجع أن يكون ضليعاً بالعلم واللغة العربية ومالكاً لفن البحث في مجال المخطوطات القديمة، فقلما تتوافر هذه الشروط مجتمعة في شخص واحد، خاصة اذا كان مستشرقاً غربياً لا يستطيع التعمق في اللغة العربية واذا فعل ذلك فإنه يكون من خريجي كليات الآداب وليس كليات العلوم، وما يساندنا على اطلاق هذه الفكرة، وهي ليست جديدة على أية حال، هو ظهور عدة مخطوطات جديدة لم تجر عملية مراجعتها من قبل وفيها براهين رياضية معقدة جداً ومتطورة جداً اتحفظ عن ذكرها هنا صوناً للسر بانتظار ان يتم نشرها بواسطة من يعملون على تظهيرها منذ فترة من الزمن. وهنا لا بد من ذكر المخطوطة التي حققها الدكتور جورج طعمه (الاقراباذين) لنجيب الدين السمرقندي.

السبب الثاني أسمح لنفسي بأن أضعه في خانة حرب التهميش والعزل التي تخوضها بعض الدوائر بذكاء ضد العرب فيشارك فيها عن غير قصد ذوو النيات الحسنة.

ان اعتراضنا على هذا الإعتقاد الخاطئ نابع من ثقتنا بالعلم الذي لا يتوقف عن النشاط والعطاء في كل الأزمنة وان كانت لهجته تتغير تبعاً للظروف. فالعلم هو بمثابة القلب النابض لحضارة الإنسان فطالما احتاج البشر لخدماته طالما لبى النداء ولو بوتيرة متغيرة تبعاً للظروف السائدة في المجتمع. وقد احتاج العرب وغير العرب في اطار الدولة الإسلامية فعلاً إلى الكثير من المعلومات الفلكية والرياضية والطبية وغيرها لتسيير أمورها في دولة مترامية الأطراف، فوجدوا مبتغاهم في جهود علماء كثر ونتائج علمية غزيرة. لقد احتاجوا إلى طريقة لتحديد وجهة الصلاة، أي إلى معرفة اتجاه مكة اينما كان مكان المصلين واحتاجوا إلى معلومات حسابية وهندسية أثناء البتّ في مسائل تقسيم الارث وتوزيع الأرض. وكانوا بحاجة إلى معارف وعلوم طبية لمعالجة المرضى، في المدن والتجمعات السكانية الأخرى.

وقد شهدت الدولة الإسلامية بالفعل نجاحات جديرة بالذكر، مع أنها ربما كانت أقل مما تطلبه موقعها كدولة مترامية الأطراف وحاملة لراية الحضارة الإنسانية. وقد برزت اسماء لعلماء مسلمين وعرب ما زالت فضائلهم العلمية بارزة حتى اليوم.

كان هناك عوامل مساعدة واخرى محبطة. ومن العوامل المساعدة نذكر دعم بعض الخلفاء وتبنيهم للنشاطات العلمية، ونذكر ايضاً حركة الترجمة الناشطة التي عرفتها الدولة الإسلامية، فقد تم نقل مختار الفكر اليوناني والهندي والصيني والفارسي وغيره إلى اللغة العربية. وساعد أيضاً وجود مراكز علمية منها مكتبات (أشهرها بيت الحكمة في بغداد ومكتبات أخرى خاصة وعامة) ومنها مستشفيات كان يدخلها مختلف المرضى، ومنها مراصد فلكية كانت تؤدي وظائف علمية واضحة. تلك المؤسسات ليست كالتي نعرفها اليوم، فقد كانت ترتبط بسيرة الحكام الذين أنشأوها وبالعلماء الذين أحيوها. لكن كل هذه المراكز العلمية قد شجعت العلم وكانت تتم فيها عمليات تدريس وتبادل معلومات. والجدير بالذكر أن التدريس كان يتم أيضاً في منازل العلماء.

وقد لعب العرب إلى حد كبير دور الحافظ للتراث المعرفي للشعوب والحضارات التي سبقت حضارتهم، فترجموا وكتبوا ووضعوا كل المؤلفات باللغة العربية التي كان يعرفها علماء ذلك العصر، وقد ترجم بعضها إلى اللغة اللاتينية فيما بعد.

وربما كانت النجاحات العلمية الأهم التي سجلها العرب هي نجاحاتهم في مجالات الرياضيات اضافة إلى الفلك والطب. فالرياضيات لا تحتاج إلى فيزا مرور أيديولوجية من جهة وهي حاجة عملية من جهة أخرى وتحتاج إلى صفاء ذهني متوفر في مناطقهم. ويبدو أن العرب قد شغفوا بالبراهين الرياضية إلى حد كبير ففي ذلك نوع من التحدي واثبات الذات. لهذه الأسباب وغيرها برع العرب في الجبر والحساب والهندسة فاشتهر الاقليدسي في استخدام الكسور العشرية والخوارزمي بالجبر ونظرية المعادلات القابلة للحل بواسطة الجذور،

وقد تابع خلفاؤه تطوير نظرية المعادلات. واشتهر الخيام في مجال الهندسة والعلاقة بين الجبر والهندسة. وقاد شرف الدين الطوسي تحولاً جذرياً في نظرية المعادلات الجبرية في مسعاه التحليلي. ودرس الخلاطي المعادلات التكعيبية. وبرع ابن الهيثم في الخوارزميات واستخراج الجذور إلى جانب براعته في مجال الضوئيات.

في علم السكون (الستاتيكا) استعان العرب باعمال ارخميدوس، ارسطوطاليس واقليدوس وغيرهم ونشطوا في عدة اتجاهات؛ فقد استعملوا الطرق الرياضية وذهبوا بعلم السكون إلى مستويات متقدمة فكان لهم دور مبكر في نشوء علم الميكانيكا الكلاسيكي.

وقد نجح العلماء العرب أيضاً في علم الضوئيات وبرز اسم ابن الهيثم الذي تطرق إلى مواضيع كانت جديدة في عصره مثل علم المناظر الارصادي، الانعكاسية، المرايا المحرقة، علم الانكسار وعلم المناظر الفيزيائي. ووضع ابن الهيثم ستة شروط لرؤية الجسم أحد هذه الشروط أن يكون الجسم المرئي مضيئاً بنفسه او مضاء بمصدر ضوئي آخر، لأن الضوء ينطلق من الجسم المرئي إلى العين وليس العكس.

وقد نشط العرب في مجال الكيمياء منذ القرن السابع وكانت معروفة تحت اسم الخيمياء (عرفت قبل ذلك في مصر واليونان). ومع ان الخبراء لم يجمعوا بعد على تفسير موحد او تحديد مهمة موحدة لوظيفة الخيمياء فانه من المرجح ان تكون مهمتها محاولة تحويل المعادن إلى ذهب وفضة بواسطة الصهر واضافة بعض المواد اليها. وكان الأمر يقترب من السحر والشعوذة في بعض الأحيان ويقترب من العلم في احيان أخرى. وقد جاء في مقدمة ابن خلدون ان الخيمياء "علم ينظر في المادة التي بها كون الفضة والذهب بالصناعة ويشرح العمل الذي يوصل إلى ذلك". الخيميائي الأشهر عند العرب كان جابر بن حيان (721-815) الذي جرى تثبيته خيميائياً في بلاط هارون الرشيد. كما اشتهر في مجال الخيمياء أيضاً أبو بكر الرازي (864-924) وغيره.

وعلى صعيد علم الفلك فقد كانت النجاحات العربية بارزة فبعد ان تمت ترجمة المؤلفات اليونانية، خاصة كتاب المجسطي لبطليموس، وبعد استيعاب هذه المؤلفات ازدهرت حركة تشريح هذه المؤلفات وانتقادها فألف أبو بكر الرازي كتاب "الشكوك على جالينوس" وابن الهيثم "الشكوك على بطليموس" والبيروني "كتاب ابطال البهتان بايراد البرهان". لقد شكك العلماء العرب في الدقة الرياضية للنماذج الفلكية المنقولة عن بطليموس وعن ارسطو قبله وكان تركيزهم منصباً على احترام القواعد الرياضية التي بني عليها علم الفلك. وركزوا على التناسق الضروري في كل علم وكان اعتقادهم أنه لا يجوز تبني مسلمات علمية تتناقض مع نتائج العلم. وقد أدت جهود العلماء العرب في علم الفلك إلى اعادة النظر بقواعد الفلك اليوناني وكان لها دور في تمييز الفلسفة اليونانية عن العلوم. وكانت "الشكوك" التي وجهت إلى أعمال بطليموس من الأسباب التي دفعت إلى ظهور برامج عمل علمية جديدة التزم بها الفلكيون فيما بعد، ومنهم كوبرنيك نفسه. والجدير بالذكر أن ابن الشاطر قد اقترح نموذجاً (هيئة فلكية) مدعماً بالرياضيات جاء متناسقاً مع نموذج كوبرنيك الذي تأخر عنه مئات السنين، مع اختلاف جوهري واحد هو أن كوبرنيك وضع الشمس في مركز العالم بينما وضع ابن الشاطر الأرض في المركز (التشابه كان على المستوى الرياضي).

ربما كان وراء الإتجاهات النقدية في علم الفلك العربي (وفي العلوم الأخرى) أسباب دينية وربما كانت هناك أسباب أخرى لكن هجمة العلماء العرب على نقد العلوم المترجمة قد شكلت حافزاً لتطويرها. فقد ولّدت غزارة حركة الترجمة جواً من المنافسة العلمية غايتها الرد والنقد والتشكيك ومحاولة استبدال العلوم اليونانية بعلوم جديدة مما أدى إلى انحسار التأثير الفكري اليوناني في الثقافة الإسلامية.

لقد سجل العلماء العرب في عصر الدولة الإسلامية وفاءهم للرياضيات وثبتوا الرياضيات كلغة للعلم. كما أنهم قد أرسوا لعلم الفلك الغربي شخصية

مستقلة بعد اعادة النظر بقواعد الفلك اليوناني. وقد اعتبر العرضي ان العرب قد اعادوا تأسيس علم الهيئة (أي علم الفلك) على أسس أفضل من الأسس التي وضعها اليونانيون.

ويحاول بعض المستشرقين أن يبرز فكرة محاربة الدين الإسلامي للعلم وكأنها معلومة مسلم بها، ويستند بذلك على حالات ونصوص واجتهادات فردية، لكن ذلك لا يعتبر برأينا برهاناً ولا اثباتاً لوجهة نظرهم (بريئة كانت أم هادفة). فالنصوص في الدين الإسلامي ترفع من قدر العلم والعلماء إلى أرفع الحدود. واذا كانت المجتمعات البدائية قد احتاجت إلى فضل العلم فإن الدولة الإسلامية التي حملت لواء الحضارة الإنسانية حقبة من الزمن كانت بحاجة في مستوى الضرورة للإستفادة من العلوم. واذا كانت هناك ثمة مشكلة بين بعض المجتهدين وبين بعض الفلاسفة أو مشكلة مع الفلسفة بشكل عام فإن ذلك لم يكن مسحوباً على العلم. هناك طبعاً اشكالات فقهية بين بعض رجال الدين وبين الانجازات العلمية وهذه المسألة تخص كل العصور وكل الأماكن، وهذه الاشكالات موجودة حتى في يومنا هذا وكلنا يذكر أن علماء المسلمين اختلفوا في مسألة جواز الاستنساخ عندما تم استنساخ النعجة " دوللي" وكذلك فعل علماء الأديان الأخرى، المسيحية وغيرها فلو حملنا نصاً مكتوباً من أحد الفقهاء واعتبرناه موقف أحد الأديان لكان في الأمر تجني.

والخلفاء أنفسهم في الدولة الاسلامية (الخلفاء غير الراشدين طبعاً) لم تكن آراؤهم موحدة بل كانت مختلفة في بعض الأحيان فلا يجوز للغربيين أن يبنوا موقف الدين الاسلامي على آراء واحد من هؤلاء.

بقي ان نذكر في هذه الفقرة ان الذين ساهموا في تطوير العلوم في ظل الدولة الاسلامية كانوا من شعوب مختلفة لكنهم كانوا يكتبون مؤلفاتهم باللغة العربية او يترجموا هذه المؤلفات إلى العربية اذا ما كتبوها بلغتهم الأصلية. لقد كانت اللغة العربية في تلك الفترة لغة العلم العالمية.

إلا ان توحيد لغة العلم لم يكن كافياً لتوحيد مفهومه. وكما ذكرنا سابقاً فإن مفهوم العلم قد تغير على مر السنين في كل العالم وفي كل منطقة على حدة. وكما لاحظ جان جوليفه (أنظر موسوعة تاريخ العلوم العربية ص. 1283) فإن "في تنوع الكتابات العربية اشكالاً عديدة لتصنيف العلوم والأجدر بنا عندئذ ان نقول المعارف، وذلك لكي نستخدم مصطلحاً يكون امتداده الأكثر اتساعاً مطابقاً بشكل أفضل لامتداد كلمة علم. وقد يكون هذا التصنيف تصنيف أمين مكتبة أو بائع كتب، كما في فهرست ابن النديم، او واضع معاجم متخصص كما في مفاتيح العلوم للخوارزمي الكاتب، أو تصنيف فقيه: فالغزالي قسم العلوم في مؤلفه احياء علوم الدين إلى قسمين:

أ- علم المعاملة وهو علم علاقات البشر مع الله.

ب- علم المكاشفة".

ورغم عدم دقة المصطلح في ذلك الوقت فإن تصنيفات عدة للعلوم قد ظهرت عند العرب نذكر منها تصنيف أبي يوسف يعقوب الكندي (في القرن الثالث للهجرة)، وتصنيف أبي محمد الفارابي. ففي تصنيف الكندي نقرأ تسميات لكتب " النطق" وكتب " الطبيعيات" (أي الفيزياء) وتعداداً للعلوم مثل " علم الرياضيات"، "علم المادة وصفاتها"، "العلم الإنساني"، "صناعة العدد"، علم التأليف، علم الفلك. وفي تصنيفه يرتب العلوم ترتيباً منهجياً تعليمياً (أي حسب الترتيب المتبع لدراستها) فيدرّجها على الشكل التالي:

علم الحساب ثم علم الهندسة فعلم الفلك وأخيراً علم " التأليف" (أي علم النسب بين الأعداد وتركيباتها). لقد قدم الكندي العلوم التي كانت معروفة في زمانه كنظام أو ارتقاء في الاكتساب المعرفي أما الفارابي فقد سمى خمسة علوم رئيسية هي:

1- علم اللغة، (أي علم الألفاظ الدالة وعلم القواعد التي تحكمها).

2- علم المنطق (أي العلم الذي يعطي القواعد التي تسمح بالتفكير الصحيح والتنزه عن الخطأ).

3- علوم الرياضيات، أو العلوم التعليمية (وتحتوي على سبعة فروع هي علم الحساب، الهندسة، علم المنظور، علم الفلك، الموسيقى، علم الأوزان، علم التقنيات البارعة أو الحيل).

4- علم الفيزياء أو العلم الطبيعي (يدرس الاجسام الطبيعية وأعراضها).

5- العلم السياسي أو المدني.

ويميز الفارابي بين علم وصناعة (بعكس ابن خلدون)، فالصناعة تتشكل من قواعد ينتج عنها علم، لكنه أطلق على علم المنطق اسم علم واسم صناعة.

اذن العلوم في نظر الفارابي هي عبارة عن فرعين رئيسيين هما علم الأشياء وعلم القواعد. والجدير بالذكر ان لابن سينا مساهمة واسعة في تصنيف العلوم، إلا أن هدفنا هنا هو اعطاء فكرة عن مفهوم العلم في ظل الدولة الاسلامية وليس التوسع في كل دراسته. وهكذا نستنتج ان العرب لم يحفظوا المؤلفات اليونانية (مترجمة) وحسب، بل كان لهم دور في ممارسة النشاطات العلمية المختلفة، وقد تعاطوا مع مفهوم العلم وتصنيف العلوم وتعاطوا مع علوم غيرهم باسلوب نقدي وناقشوا علوم الآخرين وأفكارهم. وأهم ما يعنينا في هذه الفقرة انهم ساهموا في تطوير مفهوم العلم وإن يكن هذا التطوير ملحوظاً في بعض الفروع أكثر من الفروع الأخرى.

الوضع العلمي في أوروبا القرون الوسطى

لا شك ان أوروبا لم تكن مركزاً حضارياً في ذلك الوقت ولم تكن فيها العلوم مزدهرة، هذا ما يتفق عليه الجميع. لكن ما تتباين فيه وجهات النظر هو مدى الانحطاط الذي وصلته أوروبا في مستواها العلمي في ذلك العصر، ففي حين يغالي البعض في وصفه المأساوي للوضع العلمي- المعرفي هناك يجد البعض الآخر بعض الجوانب المشرقة، منها الحفاظ على العلوم الاغريقية

والتهيؤ للنهضة العلمية التي أعقبت عصر الانحطاط. وفي حين يرى البعض أن الايدلوجيات الدينية كانت تسد الطريق على الأفكار العلمية التي تبحث في بداية العالم وسنن تطوره، يرى البعض الآخر ان المسيحية والاسلام قد اعطيا كمية من المعارف المنطقية وأمّنا دفعاً للنهوض العلمي، كما كان للقرآن والانجيل دور في حل المسائل السياسية، الحقوقية، الاقتصادية والأخلاقية في ذلك العصر، فقد وحدا ثقافة البشر، كل في مناطق انتشاره.

ومع أن المسيحية والاسلام يشجعان على تطوير العلم لتحسين وضع الإنسان على الأرض وللتعمق في فهم عظمة الخالق، وهذا ما يعلنه رجال الديانتين، إلا أن بعض السلطات الدينية في القرون الوسطى قد تشبث ببعض الأحكام ووقف في وجه بعض العلماء ونظرياتهم العلمية (مثل غاليليه وغيره).

هناك أسباب كثيرة، ربما كنا نجهل الأهم فيها، قد حالت دون تطور العلم الأوروبي في العصور الوسطى بالوتيرة التي تطور فيها العلم في بلاد الاغريق. الا ان العلوم التطبيقية، أي تلك التي تتعاطى مع مسائل حياتية يومية فقد تابعت نموها. كما ظهرت بعض الفروع الجديدة مثل الخيمياء التي تسببت بالتعرف على بعض المركبات الكيميائية رغم أن هدفها كان أبعد من العلم. ونذكر هنا أن العلم الذي استمر في ذلك الوقت بطيئاً قد فقد بعض مقوماته مثل الأهداف النظرية للبحث عن الحقيقة عندما تم تسخيره للبحث عن أغراض تهدف إلى خدمة السلطات، كما فقد بعضاً من عقلانيته بعد اصطدامه بالايديولوجيات.

ومع ذلك بقيت ترتفع أصوات تدعو إلى تكامل النظرية والتجربة (مثل روجرز بيكون). ولأن الحضارة الاسلامية قد امنت استمرارية عبور القطار الحضاري بالحفاظ على الارث الاغريقي وتطويره ونقله إلى الغرب (حيث تم نقل مؤلفات ارسطو التي كان لها صدى كبير)، فقد استطاعت أوروبا أن تبقى في دائرة العلم، وأن تحقق ثورة تكنولوجية ومن بعدها ثورات علمية في عصر النهضة وما تبعه.

الأفكار العلمية في عصر النهضة

كانت العصور الوسطى عبارة عن ممر من المفهوم الارسطي إلى بدايات المفهوم الميكانيكي للكون. لذلك لا يمكن اعتباره احياء للفكر العلمي الاغريقي ولا خلقاً لفكر علمي جديد يناسب مرحلة النهضة. الا أن ما يمكننا قوله هو أن الأفكار التي تبلورت في تلك المرحلة قد تطورت لتشكل اللوحة الجديدة للكون في القرن السابع عشر. ان عصر النهضة أو عصر البعث في أوروبا امتد لقرنين من الزمان (القرن الخامس عشر والقرن السادس عشر) وشهد عملية الإنتقال إلى تفكير جديد. لكن اللوحة الجديدة التي ارتسمت للكون كانت تحمل بذور الأفكار الاغريقية لذلك سميت مرحلة النهضة كذلك نسبة لبعث النهضة الفكرية (اليونانية) من جديد. مع ان هذه النهضة لم تتوقف عند بعث الحضارة القديمة بل جاءت بحضارة جديدة وعلم جديد وثقافة جديدة.

لقد تعاونت على احياء النهضة المذكورة عدة عوامل منها:

1- الاكتشافات الجغرافية والسفرات البحرية والبرية التي أمنت احتكاكاً بين أفراد من مجتمعات مختلفة.

2- التحضيرات التقنية التي أنجزها الحرفيون في عصر النهضة.

3- انتشار الأفكار الإنسانية والأدبيات اليونانية، اضافة إلى التغيرات والمستجدات الأخرى.

وقد شاءت الظروف ان يترافق عصر النهضة مع ردة حنينية إلى الأدبيات اليونانية القديمة. ربما كان السبب سقوط القسطنطينية (سنة 1453) في يد الاتراك وانتهاء الامبراطورية البيزنطية وهجرة اليونانيين منها إلى ايطاليا، مما ساعد في احياء أفكار الحضارة اليونانية.

سنة 1440 سجلت حدثاً هاماً في التاريخ العلمي حيث تم اختراع آلة الطباعة مما شكل تغييراً جذرياً في وضع ونشر الأفكار والمعلومات ولعب دوراً

في نشر الأدب، فالكتاب ينتشر بطريقة أسرع وأسهل إلى أماكن بعيدة غير ما كانت تؤمنه الحلقات العلمية أو المعرفية قبل ذلك.

وفي سنة 1465 وصلت تقنية الطباعة إلى ايطاليا التي عرفت عصراً ذهبياً في مجال الثقافة المكتوبة.

وقد اشتهر في هذه المرحلة العالم والرسام المشهور ليوناردو دافنشي. وهو اضافة إلى شهرته الفنية في الرسم (الذي يعتبره علماً) كان عالماً له مؤلفاته العلمية التي ما زالت محفوظة إلى يومنا هذا. وقد ركز دافنشي على السببية في علاقة الأشياء والقوانين: "عندما تجد السبب يمكنك أن تستغني عن التجربة". و"الطبيعة مليئة بالأسباب التي لا تحصى، التي لا تتضمنها التجربة". من الواضح ان دافنشي كان يفضل البرهان المنطقي والعقلي. وقد اقترب دافنشي من احدى أهم الأفكار الميكانيكية لتفسير العالم، الا وهي فكرة تجانس الفضاء (Homogeneity). وتحدث عن كون متجانس لا مركز له، ورفض أن يكون للأرض وضع مميز في هذا الكون.

في المرحلة الممتدة بين القرنين الخامس عشر والسادس عشر تمَّ التخلي عن أفكار أرسطو في قوانين الحركة مما فتح المجال أمام أفكار جديدة.

القرن السادس عشر كان غنياً بالاكتشافات التي كان لها أثر كبير على تفكير الإنسان العلمي. ففي سنة 1492 وصل كولومبس إلى أميركا، وفي سنة 1498 شق فاسكوداغاما طريقه إلى الهند، وفي سنة 1522 انجز ماجلان دورته حول العالم. هذه الاكتشافات الجغرافية- العلمية الاجتاعية تمت بداعي تسهيل العمليات التجارية لكنها ساهمت اضافة إلى ذلك بتطوير العلوم.

في سنة 1543 صدر مؤلف كوبرنيك (1473- 1543) عن حركة الاجرام فكان له فعل الانقلاب في تطور العلم وكل الثقافة الروحية. لقد أوضح كوبرنيك في كتابه هذا الحركات الدائرية لكل الاجرام السماوية المعروفة بما فيها الأرض؛ ورسم لها خريطة تشبه الخريطة المعروفة اليوم، الا أن مداراتها كانت دائرية بينما المدارارت المعروفة اليوم اهليلجية. وقد أدخل كوبرنيك العلم في

مرحلة الحركة النسبية للأرض فاتحاً المجال لاعتماد نسبية الحركة في الكون بشكل عام فيما بعد. لكن نظام كوبرنيك لم يخل من الاشكاليات، فهو يتحدث، على سبيل المثال، عن " حركة الأرض الطبيعية "التي" لا تخرب الانتظام الطبيعي على سطحها"، في محاولة لتجنب نسبية الحركة بين الأرض وما عليها من أشياء غير آخذ بعين الاعتبار عامل الجاذبية.

واذا كان كوبرنيك قد نشر أفكاره هذه في كتابه الذي صدر قبل وفاته بساعات قليلة فلم تستطع عقوبات الكنيسة أن تطارده فإن عقوبة الاعدام قد نفذت بخلفه بورنو (1548-1600) الذي تأثر بأفكاره ثم تمادى أكثر فاعتبر أن الكون متجانس وتخلى عن مركزية الأرض وعن مركزية الشمس أيضاً، في هذا الكون الذي لا مركز له.

أما كبلر (1571 - 1630) فقد اكتشف بعض القوانين التي تدرس علاقة مدارات الكواكب ببعدها عن الشمس في كل نقطة من نقاط مساراتها، وتدرس تغير سرعتها أيضاً. وما زالت هذه القوانين تحمل اسم كبلر حتى اليوم. وقد جاءت هذه القوانين بمثابة مقدمة لرسم اللوحة الميكانيكية للكون.

وهكذا تحول الشرخ الذي استمر قروناً في تاريخ تطور العلم إلى ممر انتقل فيه من مرحلة التفسير الميكانيكي للعمليات المنفصلة التي تجري في الطبيعة، إلى اللوحة الميكانيكية الشاملة للكون.

ثورة علمية وبداية عصر جديد

كانت نظرية كوبرنيك بداية ثورة علمية شاملة، كان عصر النهضة قد هيأ العقول في أوروبا لتقبلها. فقبل ظهور نظرية كوبرنيك كان يجب تغيير نظرة الإنسان إلى دوره في هذا العالم والى امكانياته وكان يجب تغيير نظرته وفهمه للعالم وتصوره له. قبل الثورة العلمية كان لابد من ثورة في الفكر بغية تحضيره لتقبل النظريات العلمية الجديدة؛ فبدون الاستعداد الفكري هذا، يمكن لأية ثورة

علمية أن تجهض، ويمكن أن يحكم على مطلقيها بالعزل أو بالقتل. كان السؤال الكبير في ذلك الوقت هو التالي: بعد أن خلق الله الإنسان والطبيعة وكل الكون فما هو دور الإنسان فيه؟ فكان جواب مفكري عصر النهضة ان الإنسان (الذي خلقه الله على صورته) يجب أن يكون فاعلاً وان يغير في الأشياء المحيطة به، ويجب عليه أن يخلق أشياء جديدة وظواهر جديدة لم تكن موجودة من قبل (وقد خلق الإنسان للأسف، في حضارة القرن العشرين مركّبات جديدة، مثل البلاستيك، ستعاني منها بيئتنا زمناً طويلاً).

كانت الفكرة العنوان للنهضويين هي فكرة الإنسان المبدع الخلاّق. وقد تم التعبير عن هذه الفكرة بواسطة الفن أولاً وعلى نطاق واسع، فالفنّان يمتاز بالجرأة من جهة ويملك هامشاً أوسع للمناورة من جهة ثانية. ولقد كان للفن فضل على العلم في عصر النهضة فقد ساهم في تحريره من العقائد الجامدة، وقد برزت أسماء بعض الفنانين - العلماء في تلك المرحلة أمثال ليوناردو دافنشي.

اذن، تغيّرت النظرة إلى نشاط الإنسان؛ ففي حين كان الاغريق يفضلون التأمل ويعتبرون أنه يقود الإنسان إلى جوهر العالم... والى الخلود، وفي حين وضعت العصور الوسطى حجْراً على نشاط الإنسان ووظيفته العقلية، أعطى عصر النهضة للإنسان معنويات كبيرة ومنح الثقة الكاملة لقدرته، فهو خالق الجمال، وهو الفاعل في الطبيعة وفي نفسه، وهو القادر على تحقيق المستحيلات.

واختفت في عصر النهضة، ولأول مرة، الحدود بين العلوم النظرية والعلوم التطبيقية. لم يعد المهم فقط ان نكتشف قوانين العالم، بل وان نستعمل هذه القوانين لصنع كل جديد.

ان النظرة الجديدة إلى العالم والى الإنسان نفسه فتحت المجال أمام اكتشافات جديدة ووضع نظريات جديدة، بما فيها تلك التي تشكل ثورة وتقود

إلى صياغة نظريات شاملة. وقد شكل اللحظة المميزة والحاسمة ظهور كتاب كوبرنيك " عن دوران الاجرام السماوية" سنة 1543، كما ذكرنا.

لقد وضعت نظرية كوبرنيك المجتمع الفكري أمام تحد كبير فكان على النهضويين ان يؤمنوا الصياغة والتسويق الصحيحين لهذا الاكتشاف وكان عليهم أيضاً ان يبرهنوا صحة نظام كوبرنيك بطريقة علمية. وقد تصدى لذلك علماء كبار ما زال التاريخ يذكرهم وبكل احترام إلى يومنا هذا؛ كان منهم " الاستشهادي" الأول غاليليوغاليليه وكان منهم برونو، كبلر، ديكارت، نيوتن وغيرهم. وقد شكلت أعمال هؤلاء نشاط الثورة العلمية الشاملة التي توجت نتائجها بقوانين نيوتن التي صاغت اسس النظرية العلمية الكلاسيكية.

وبعد نموذج كوبرنيك تتالت النظريات التي تصب في خانته وتكمل مهمته، فكانت الخطوة التالية لجوردانو برونو الذي رفض نظام الكون المغلق الذي تحده النجوم الثابتة والذي اعلن ولأول مرة أن النجوم ليست قناديل زرعت في السماء لتضيئه في المساء انما هي شموس كما شمسنا.

لقد شهد القرن السابع عشر تقدماً صناعياً وتكنولوجياً ملحوظاً فقد ازدهرت صناعة البواخر والمدفعية ونواعير المياه والآلات الميكانيكية في المصانع والخ... وقد استفاد المشتغلون في الحقل العلمي بدورهم من نجاحات الميكانيكا التطبيقية لكي يطوروا نظرياتهم. ويعتقد ان غاليليو غاليله كان من المستفيدين من تلك الظروف المعرفية الجديدة. كما انه استفاد أيضاً من الانجازات العلمية على الصعيد النظري مثل نظام كوبرنيك، والمفاهيم العلمية مثل تجانس الفضاء ولانهائيته.

ويعتقد أن مفهوم لانهائية الفضاء شكل مرجعاً معنوياً لغاليليه كي يدخل مفهوم لانهائية الحركة المنتظمة (في غياب القوى المانعة).

غاليليه أبو الفيزياء الحديثة

في مساء السابع من كانون الثاني سنة 1610 وجه غاليليه منظاره إلى السماء ففتح مرحلة جديدة في مسيرة العلم ما زلنا نعيش آثارها حتى اليوم. فلقد رأى بواسطة منظاره فوهات وجبال القمر واكتشف أقمار المشتري (أربعة أقمار)، ورأى اطوار الزهرة ووجد ان درب التبانة مؤلف من عدة نجوم منفصلة.

لقد وجه غاليليه باكتشافاته هذه ضربة قاضية إلى نظريات ارسطو التي تضع الأرض في وجه السماء. وما رآه واستنتجه غاليليه من تشابه بين سطح الأرض وسطح القمر اعتبره برهاناً على أن القوانين الفيزيائية الطبيعية واحدة على الأرض وفي الاجرام السماوية على حد سواء. وهذا البرهان ليس رياضياً مجرداً بل هو برهان من الواقع مثبت بالمشاهدة، وهو ليس مسألة علمية خاصة بالعلماء بل هو استنتاج يتحسس نتائجه ومفاعيله كل الناس. فقد أصبح واضحاً أن كوكب الزهرة لا ينتج الضوء بل يعكس ضوء الشمس تماماً كما يفعل القمر. وقد صرح غاليليه امام الكثيرين أن ملاحظاته تشهد على صحة نظام كوبرنيك، مما أثار حفيظة الفاتيكان.

يعتبر غاليليه واضع أسس النسخة الجديدة للعلم وعقيدته، العلم المرتكز على أسس التجربة والرياضيات وفي المنطلقات الرئيسية لهذا العلم وجوب مراعاة المعطيات الموضوعية قبل التقرير فيما يخص الطبيعة وقوانينها، أي أنه يجب أن تكون المعطيات قابلة للقياس الدقيق. ينطبق هذا على شكل الجسم، مقاييسه، كميته، وزنه، حركته وغيرها. أما الخصائص التي يتم ادراكها فقط بالحواس مثل، اللون، الطعم، الصوت، اللمس فيجب اهمالها وعدم التوقف عندها. بواسطة دراسة الكم يمكن الحصول على معارف حقيقية عن العالم.

ولكي يتعمق أكثر في القوانين الرياضية ويصل إلى حقيقة الطبيعة جهز غاليليه عدةً مخبرية، كانت عبارة عن عدسة، تلسكوب، ميكروسكوب، مغناطيس، ميزان للحرارة، ميزان للضغط وغيره. استعمال هذه الأدوات اعطى

المعارف العلمية امكانية قياس لم تكن متوفرة لقدماء اليونان، لتحل فيما بعد الدراسات التجريبية مكان التحليل الاستنباطي للكون بهدف فهم القوانين الرياضية الشاملة.

جمع التجربة إلى الرياضيات

ان توجه غاليليه المنظم نحو التجربة ترافق مع توقه إلى الفهم الرياضي. فلقد قدر الرياضيات إلى درجة اعتقد أن بامكانها ان تحل محل المنطق التقليدي، فهي قادرة على تعليم الإنسان فن البرهان. لقد جمع غاليليه ولأول مرة التجربة العلمية إلى الرياضيات. هذه المنهجية المهمة عند غاليليه تمظهرت في فكرة استعماله لمنهجين متداخلين ومتفاعلين هما المنهج التحليلي والمنهج التركيبي. وقد قاده منهجه الرياضي التحليلي إلى ميكانيكيته الواقعية وسمح له بصياغة مفهوم القانون الفيزيائي في مفهومه الجديد.

ان التمييز الذي كان قائماً ومنذ أيام الاغريق (خاصة في أفكار ارسطو) بين القوانين الفاعلة على الأرض والقوانين الفاعلة في الاجرام السماوية قد تلقى صفعة على يد اكتشافات غاليليه العملية. لذلك تعتبر خطوة غاليليه الخطوة الأولى على طريق صياغة القوانين الشاملة التي تفعل على الأرض وفي السماء. لقد برهن غاليليه ان الأجسام السماوية ليست مصنوعة من أثير بل هي أجسام مادية بكل معنى الكلمة.

كانت أفكار غاليليه موجهة ضد أفكار ارسطو التي سادت لألفي عام من الزمن. واستطاع لأول مرة أن يثبت صحة أفكاره عن طريق التجربة. كما استطاع أن يضع أسس فرع جديد من فروع الفيزياء هو الديناميكا (اي علم الحركة بتأثير القوة). فقبل غاليليه كانت تسود الستاتيكا، اي علم السكون الذي وصفه ارخميدوس. ودرس غاليليه السقوط الحرّ للأجسام، وبيّن وعلى أساس المراقبة التي أجراها بأن هذا السقوط لا يتأثر بالوزن أو بتركيب الاجسام. وبعد ذلك

صاغ مفهوماً للسرعة والتسارع، وبرهن أن نتيجة تأثير القوة على الجسم تترجم تسارعاً وليس سرعة. وقد حلل غاليليه الحركة على اساس العطالة (Inertia) التي لعبت دوراً كبيراً في تطوير العلوم.

وقد اعترض البعض على مفهوم النظام الكوبرنيكي الذي يأخذ بعين الاعتبار حركة الأرض (دورانها حول الشمس) لأننا لا نحس بهذه الحركة. فكان على غاليليه أن يوسع دراسته في النسبية حيث تمكن من صياغة نص المبدأ النسبي الكلاسيكي الذي ينص على أن التجارب الميكانيكية التي تجري في نظام ما لا تسمح لنا بالتأكد مما اذا كان هذا النظام في حالة حركة أم لا.

كبلر وولادة الميكانيكا الفضائية (السماوية)

لقد وضع كوبرنيك نظامه حيث كل الكواكب والأقمار تدور حول الشمس في مدارات دائرية معقدة لكنها لم تكن دقيقة للغاية لتطابق الواقع الخاضع لأحكام المشاهدة. النظام الأكثر دقة وجده كبلر (1571-1630) الذي وضع اكتشافه في مؤلفين: "فيزياء السماء" سنة 1609 و"تناسق العالم" سنة 1619. في البداية تابع حركة المريخ واستخلص القانونين الأول والثاني وبعد عشرة أعوام وجد القانون الثالث. في القانون الأول يؤكد كبلر أن الكواكب تتخذ مسارات اهليلجية وليست دائرية تماماً. القانون الثاني يتحدث عن وجود الشمس في مركز المسطح الذي يرسم فيه كل كوكب مداره. أما القانون الثالث فيعطي علاقة رياضية بين الوقت الذي تستغرقه الدورة الكاملة للكواكب ومتوسط بعده عن الشمس. وتبين أن سرعة الكوكب تقل كلما ابتعد هذا الكوكب عن الشمس فالزهرة أبطأ من عطارد والأرض أبطأ من الزهرة، وهكذا دواليك.

والجدير بالذكر هنا أن كبلر قد افترض أن الشمس تقف وراء حركة الكواكب وان هناك قوة ما تجبر هذه الكواكب على الدوران لكنه لم يكتشف طبيعة هذه القوة وكان أغلب ظنه ان لها طبيعة قريبة من المغناطيسية.

اما تشبيه نموذج الشمس والكواكب بنموذج الذرات التي تحدث عنها ديمقريطس فيعود إلى العالم والفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت (1596-1650) (وكان قد سبقه برونو إلى تشبيه نظام كوبرنيك بذرات ديمقريطس).

ديكارت اعتمد على الرياضيات إلى آخر الحدود فدعم نظرياته بالمعادلات الرياضية. كان يؤمن بأن الله هو الذي أعطى الدفعة الأولى للحركة لكنه بعد ذلك لم يعد يتدخل في حركتها فتابع الكون تطوره حسب قوانينه الطبيعية.

وبالعودة إلى القوة التي تقف وراء حركة الكواكب الدائرية فقد تخيل ديكارت لو أن القوة الصادرة عن الشمس قد توقفت فتوقع أن يتابع كل كوكب حركته المستقيمة والثابتة، لكنه وبما ان حركة الكواكب تستمر دائرية فإن هناك قوة ما تستعملها الشمس لضبط حركة الكواكب وصار السؤال المطروح هو البحث عن طبيعة هذه القوة، فجاء دور نيوتن وانجازه.

تتابع الثورة العلمية

ابتداء من كوبرنيك اصبحت صورة الكون عبارة عن صورة الاجسام المتحركة. فالكون الذي اعطاه ارسطو صورة الكون المطلق ذي المركز الثابت (أي الأرض)، قد اصبح عند كوبرنيك هو الكون الذي تتحرك فيه الأرض (لكن حول الشمس). وقد أصبحت صورة الكون عند بورنو وغاليليه هي صورة الكون الذي تتحرك أيضاً فيه الشمس. وأصبحت الأفكار التي تبرز فيها الحركة كعامل دائم وشامل لكل الاجسام في الطبيعة هي المسيطرة في الوقت اللاحق.

الخطوة التالية التي ساهمت في نقل العلم من الكون الثابت إلى الكون المتحرك كانت في أفكار ديكارت عن الحركة. كانت أفكار ديكارت قريبة من أفكار غاليلي وكان يرى ان الأفكار الفيزيائية الجديدة يجب أن تستعمل للحصول على المعارف الضرورية للحياة. حتى انه كان يعتبر أن النظريات الفلسفية التي كانت تدرس في المدارس يجب أن يستعاض عنها بمعلومات عن

تأثير النار، الماء، الهواء النجوم وكل الاجسام التي تحيط بنا. ويجب استعمال كل القوى الطبيعية في حياتنا "وبهذه الطريقة نسيطر على الطبيعة ونمتلكها" ويجب ان نعرف الطبيعة بواسطة العلم " تماماً كما نعرف المهن المختلفة". وفيما بعد أصبحت أفكار ديكات سلاحاً في يد العلمانيين ضد الأفكار اللاهوتية، مع أن ديكارت كان يؤمن بان القوة الالهية تقف وراء الدفعة الأولى للحركة.

وقد درس ديكارت أنواع الحركة، الحركة على خط مستقيم، الحركة الدائرية، الحركة المتسارعة وغيرها لكي يبين ان الحركة المستقيمة المنتظمة هي أبسط أنواع الحركة. ودرس أيضاً حركة الجسم بالنسبة لجسم آخر وبالنسبة لاطار آخر، وأعطى مفهوماً فيزيائياً للهندسة.

ما ميّز فيزياء ديكارت هو تصوره للأجسام، فالجسم حسب ديكارت يمكن أن نميزه بواسطة حركة الجزء من الفضاء- أي الجسم الذي يبقى نسخة عن نفسه، لانه ينتقل حسب قانون محدد يحدد علاقة وضعية الجسم في كل نقطة بالزمن. وقد اعتبرت هذه النظرية فيما بعد من النظريات العامة والرئيسية. وبالمناسبة نذكر، أن ديكارت بيّن (أو اعتقد انه بيّن) على قاعدة قوانين الحركة كيف تظهر العوالم المشابهة لعالمنا.

وكان لديكارت رأي في الأثير فرأى دوراً لجزيئات العنصر الآخر في نقل جزيئات الضوء إلى العين.

في سنة 1678 حاضر في أكاديمية العلوم الباريسية الفيزيائي والرياضي الكبير هيوغنس (1620-1695) عارضاً نظريته الجديدة عن الضوء التي اعتبر فيها أن الضوء هو عبارة عن حركة موجية لوسط رقيق يملأ الفضاء ولو بدا لنا هذا الفضاء فارغاً. هذا الوسط هو الأثير طبعاً اذن الضوء هو موجات أثيرية. أما مبدأ هيوغنس الشهير فمفاده ان كل نقطة في الفضاء يصلها الضوء (الموجة الضوئية) تصبح بمثابة مصدر للضوء.

في سنة 1628 أعلن هارفيا عن اكتشافه للدورة الدموية (اعتبر أن القلب

يشبه العضلة التي تقذف الدم عندما تنقبض). وقد استفاد ديكارت من هذا الاكتشاف ومن بقية الاكتشافات في مجال الفيزيولوجيا فضمن صورة العالم الميكانيكية كل الظواهر البيولوجية. (انطلق ديكارت من تصوّر مفاده ان حركة الجزيئات التي تشكل الجسم هي التي تقوم بمهمة تنشيطه). والجدير قوله ان التطورات الميكانيكية عن الجسم الحي كانت منتشرة للغاية في القرنين السابع عشر والثامن عشر.

تطوير التصور الميكانيكي للعالم تطلب استنباط أسلوب تفكير علمي يشمل قوة البحث العلمي وطابعه الرياضي- الكمي ويؤمن عدم اختلاف النتائج باختلاف الباحثين.

بعض النماذج في نظريات ديكارت لم تكن تتناسب مع شروط العلم في النصف الثاني من القرن السابع عشر (بل دخلت في تناقض مع بعضها).

وقد ساعد استعمال الميكروسكوب وغيره من آلات التدقيق في اخضاع الفرضيات العلمية للتجربة والتحقق من صحتها. وقد نجحت التجارب في ذلك الحين في الاستغناء عن الكثير من الفرضيات (وحتى النظريات) العلمية. وفي القرن السابع عشر لاقت العلوم الطبيعية التطبيقية في بريطانيا دفعاً من قبل قطاعي الصناعة والتجارة البحرية. أما الشخص الذي أعطى العلم الكثير الكثير من حيث المحتوى ومن حيث الأسلوب الجديد في شرح الطبيعة فكان العالم الإنكليزي الشهير أسحق نيوتن (1643-1727).

نيوتن يتمم الثورة العلمية

الثورة التي بدأت مع كوبرنيك وقطع فيها غاليليه شوطاً كبيراً كان لأسحق نيوتن شرف متابعتها وانجازها. فقد برهن وجود قوة عامة موجودة في كل مكان توجد فيه مادة هي قوة الجاذبية. وهذه القوة هي نفسها التي تجبر التفاحة (والحجارة) على السقوط وتقف وراء حركات الكواكب الدائرية، التي تدور

حول الشمس. وقرر نيوتن ان الكواكب تدور حول الشمس بسرعة محددة وفقاً لقانون كبلر الثالث لأن الشمس تجذبها بقوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بين الشمس والكواكب.

الفيزياء الجديدة للأرض والسماء عرضها نيوتن في كتابه الصادر سنة 1687 بعنوان "البدايات الرياضية لفلسفة الطبيعة" وهكذا ظهرت إلى الوجود النظرية الفيزيائية الاساسية الأولى التي شكلت، وحتى بداية القرن العشرين، أساس الوعي العلمي (الفيزيائي) ونواة اللوحة العلمية الكلاسيكية للعالم.

كان لنيوتن أبحاث مهمة في مجال الضوئيات لكن الأهم من حيث التأثير في مفهوم العلم كانت نظرياته في مجال الميكانيكا: قوانين العطالة (Inertia)، القوة، الفعل وردة الفعل، مفاهيم الزمان والمكان والحركة، التصورات عن الجاذبية وحساب القيم المتناهية الصغر.

والجدير بالذكر ان نيوتن قد توصل إلى أفكاره عن أهم المواضيع التي عالجها خلال سنتين (1665-1666) قضاهما في ضيعته عندما ترك كمبردج هرباً من وباء الطاعون في ذلك الوقت.

لا أعتقد أنه من الحكمة هنا الدخول في تفاصيل نظريات نيوتن لأن ذلك قد يسبب الملل لبعض القراء الذين تعرفوا على قوانين نيوتن في المدرسة والجامعة، لكنه من الحكمة بمكان أن نعرض باختصار الأفكار الشمولية التي لعبت دوراً في تطوير مفهوم العلم.

لقد شكلت قوانين نيوتن أساساً علمياً معترفاً به، فقانون الجاذبية هو من أسس الفيزياء، كما أن قوانين الحركة هي من أسس علم الميكانيكا. ولا غرابة في ذلك فقوى الجاذبية تشكل صلة وصل بين الأجسام في الطبيعة دونما أي استثناء وهي تعتبر تفاعلاً عاماً يشمل الكون باسره. والانجاز الذي ندين به لنيوتن أيضاً هو دوره في تثبيت وحدانية الحقائق العلمية ووحدانية المفاهيم العلمية التي تدخل في صورة العالم. لقد أثّر نيوتن على أسلوب التفكير العلمي وعلى طبيعة تفكير البشر ككل.

بفضل مساهمات نيوتن تم تأكيد اللوحة العلمية الجديدة للعالم التي أصبحت اساس العقيدة الأوروبية الجديدة. فمنذ أوائل القرن الثامن عشر أصبح كل مثقف في الغرب مقتنعاً بأن الله قد خلق الكون كنظام ميكانيكي معقد مؤلف من جسيمات مادية تتحرك في فضاء لا متناه، تدور فيه الأرض حول الشمس والشمس نفسها هي بمثابة واحدة من النجوم كما أن الأرض هي بمثابة كوكب من الكواكب. لكن لا الشمس ولا الأرض يشكلان مركز هذا الكون. ان لوحة العالم هذه أصبحت واحدة من نتائج أول ثورة علمية شاملة.

وبقي دور الإنسان غير واضح كفاية وبشكل مسلم به، خاصة ان بعض الأديان يعطيه دوراً مركزياً في هذا الكون بينما العلم لم يستطع تمييزه في الفترة التي نتحدث عنها. لكن ما ساعد على الولوج في سلم الحضارة ان الإنسان لم يقف عند التأمل والتفكير بل عمل على وحدة العلم والانتاج فتحققت الثورة الصناعية وتأسس المجتمع الصناعي العصري والمدنية الحديثة.

قبل ذلك كانت المعارف النظرية من اختصاص العقل المجرد وكانت المعارف الامبيريقية مسخّرة لمصلحة الحرف، فأتباع العلوم المكتبية لم يتعاطوا التجربة، وممثلو قطاع الحرفين لم يتعاطوا العلوم النظرية.

لقد ادى اتحاد العلم والانتاج، وقبول التجربة بصفتها الطريقة العلمية الأهم إلى نقل العلم إلى طبعته الجديدة. وكان من نتائج الثورة العلمية تأكيد النموذج الاستقرائي للمعرفة الذي تحقق بواسطة غاليليه. ومعروف أن غاليليه قد أدخل تكتيكاً بحثياً خاصاً يتناول اجساماً مثالية مجردة (نماذجاً) تحل محل الأشياء والظواهر الحقيقية، تماماً كما يتم التعاطي في مختبراتنا اليوم. واضافة إلى التجربة وربما قبلها، كان يطلب التحقق الرياضي بواسطة المعادلات والحجج الرياضية. أما أهم انجازات الثورة العلمية فكان صياغة العلم الكلاسيكي.

خصوصيات العلوم الكلاسيكية: (الخصائص المميزة)

يطلق اسم العلوم الكلاسيكسة (او العلم الكلاسيكي) على علوم المرحلة الواقعة بين القرن الثامن عشر، وعشرينات القرن العشرين أي منذ اتمام الثورة العلمية الأولى وحتى اكتمال ظهور نظريتي النسبية وميكانيكا الكم. وتتميز هذه الحقبة من العلم بالميزات التالية:

- **الميكانيكية؛** لقد طبع العلم الكلاسيكي بطابع الميكانيكا حيث تم تصور العالم كماكينة ذات آلية عملاقة تعمل بشكل دائم ودقيق تبعاً لقوانين الميكانيكا التي لا تتغير. لذلك كانت الميكانيكا هي المعيار لكل فرع آخر من فروع العلم وكانت كل الفروع الأخرى تتطور حسب النموذج الميكانيكي. وكان ينظر إلى الميكانيكا كطريقة عامة وشاملة لدراسة الظواهر المحيطة فكان الميل إلى إلباس العمليات التي تجري في العالم، الفيزيائية منها والكيميائية والبيولوجية، الثوب الميكانيكي. وقد شكل المفهوم الميكانيكي في حينه انقطاعاً تاماً مع تصورات العصور الوسطى والعصر الاغريقي، حيث كان في فلسفتهم العلمية تفاعل بين طبيعتين احداهما إلهية- سماوية.

وفي ظل سيادة العلوم الكلاسيكية كان النظر إلى العالم المحيط على انه عالم طبيعي موجود بشكل موضوعي يخضع للقوانين الطبيعية الموضوعية التي تسيّره، وليس لأية قوة ماورائية. والمفهوم الميكانيكي كان له استتباعاته الكثيرة.

- **النشاط التحليلي؛** فأثناء دراسة الأجسام أو الظواهر ينبغي تقسيمها إلى اجزائها وعناصرها المكونة الصغيرة بما فيها المتناهية الصغر.

- **الإعتماد على المعايير الكمية** في تحليل الطبيعة والابتعاد عن المعايير النوعية التي سادت في العصر الاغريقي والعصور الوسطى.

- **الاعتراف بوجود روابط سببية- نتيجية** قوية بين الظاهرة والموضوع؛

واستبعاد امكانية وجود الاحتمالية والصدفة في نتائج الأبحادث والدراسات. فساد الإعتقاد أنه بمعرفة احداثيات جسم ما في الكون ومعرفة القوى المؤثرة عليه يمكن معرفة وضعه بكل دقة في أي زمن لاحق.

- كان ينظر إلى **الطبيعة كشيء** ثابت لا يتغير يشبه نفسه دائماً. فكل جسم كان يدرس كحالة لها استقلاليتها، أما تأثيرات الأجسام الأخرى عليه (وهي ميكانيكية بالطبع) فكانت تدرس من حيث الكم لا من حيث النوع. وظهرت في العلوم الكلاسيكية ظاهرة اللاتطورية.

- هذه المفاهيم التي ذكرناها سادت لا في الفيزياء وحدها بل وأيضاً في الكيمياء والبيولوجيا مما اعاق الاعتراف بخصوصية المادة الحية بدرجة كافية، فظلت تدرس كما عناصر المادة غير الحية في هذا العالم.

الفيزياء في القرن الثامن عشر

الفكرة العلمية الرئيسية في القرن الثامن عشر (في النصف الثاني تحديداً) كانت فكرة الجاذبية العامة. وهذه الفكرة قد غيّرت نموذج التفكير العلمي ونقلته من صورة السببية المبعثرة إلى النظامية العلمية المترابطة. فالحجر يسقط نحو الأرض ليس فقط لأنه يتأثر بقوة جذب من قبل جسم آخر، بل لأنه جزء من نظام، وجزء من مجموعة اجسام تمتلك صفة الجذب. ربما كان الدافع إلى ذلك تفكير نيوتن وغيره بالنظام الشمسي، وبالقوة التي تُبقي القمر حول الأرض، والأرض حول الشمس، في نفس النظام.

الملاحظات التي ذكرناها في الفقرة السابقة عن المنطلقات المميزة للفيزياء الكلاسيكية تركت بصماتها على كل فروع العلوم وعلى المفاهيم العلمية التي تمت صياغتها في القرن الثامن عشر. الفيزياء كانت ممثلة لغالبية العلوم في تلك الفترة (وفي الفترات السابقة أيضاً) وكانت تتصدى للأفكار الجديدة وتجد لها ميادين التعاطي والتطبيق. لقد تطور في الفيزياء، وبسرعة، فرع الميكانيكا

وانتشرت طرقه إلى الفروع الأخرى التي ظهرت في تلك الفترة، مثل الفيزياء الحرارية، الضوئيات، نظريات الكهرباء والمغناطيس وغيرها. ولأن كل الظواهر والعمليات الطبيعية تفسرها الميكانيكا انطلاقاً من تأثير القوى الخارجية عليها، فقد تم التركيز على تأثير القوة أيضاً في فروع الكهرباء، المغناطيس، وحتى الكيمياء التي ظهرت في تلك الفترة الزمنية كفرع علمي ملتزم. وقد تم تصور مادة خاصة لتنقل تلك القوى، وتم اعطاء هذه المادة الوهمية تسميات مختلفة، كما تم اطلاق العنان للاجتهاد في اعطائها المواصفات " المنزهة" كي لا تدخل في تناقض مع المشاهدات، ومع النتائج المخبرية. فلكي يفسروا انتقال الدفء من جسم إلى آخر تم تخيل وسط وهمي سائل ينتقل بواسطته الدفء؛ ولتفسير عملية انتقال الضوء تم تخيل الأثير؛ ولتفسير انتشار التأثير الكهربائي والمغناطيسي تمّت الاستعانة بـ"سوائل" كهربائية، وأخرى مغناطيسية تقوم بدور الوسيط.

وقد اتخذ قانون كولمب (1736 - 1806) عن القوة الكهربائية بين شحنتين صغيرتين نسخة طبق الأصل عن قانون الجاذبية في الميكانيكا- كذلك هي طبيعة القانون، لكن تأثير النظرية الميكانيكية ظهر في الشهرة التي اكتسبها هذا القانون والدعم الذي تلقاه من قبل الكلاسيكيين.

ويمكننا ان نجد صدى للميكانيكا أيضاً في نظرية الضوء. المعروف اليوم أن للضوء طبيعتين: جسيمية وموجيّة، وكان صاحب النظرية الأولى هو نيوتن نفسه، لذلك بقيت هي المسيطرة لفترة طويلة رغم أن صاحب النظرية الموجيّة، أي هيوغنس، قد أطلقها في تلك الفترة تقريباً. ان المزاج العلمي في تلك المرحلة كان أقرب إلى النظرية الجسيمية لأنها شبيهة بنظرية الميكانيكا.

وكان تأثير النظرية الكلاسيكية في الكيمياء وفي علوم الحياة أيضاً، فالكيمياء التي شهدت ولادتها العلمية الجديدة في القرن الثامن عشر بدأت من تصوراتها للعناصر المكونة، من تجمع هذه العناصر لتركيب الجزيئات المختلفة

إلى تفكيك هذه الجزيئات إلى عناصرها المكونة، مما قاد إلى اكتشاف عناصر كيميائية جديدة كان أبرزها اكتشاف عنصر الأوكسيجين.

وكان تأثير الكلاسيكية أيضاً على البيولوجيا والفيزيولوجيا في القرن الثامن عشر فازدهرت فيهما اتجاهات النظامية والتصنيف، حيث صنف كارل ليني (1707-1778) أكثر من عشرة آلاف نوع من النبات وأربعة آلاف نوع من الحيوان.

ان علماء القرن الثامن عشر (النصف الثاني منه خاصة) تميزوا عن العلماء الذين سبقوهم بكمية القوانين التي اكتشفوها، والمعلومات التي حصلوا عليها، وأيضاً بنمط التفكير الجديد الذي ارتقوا اليه.

وهنا يجب ان لا ننسى دور الثورتين، الانكليزية (1648) والفرنسية (1789) اللتين كانتا بمثابة ثورة على المستوى الأوروبي بأكمله، فقد جاءتا بنظام سياسي جديد لمجتمع أوروبي جديد، وساهمتا بثورة علمية وتكنولوجية ما زلنا نعيش نتائجها حتى يومنا هذا. والجدير بالذكر أن فلاسفة الثورة الفرنسية قد استوحوا من أفكار نيوتن العلمية عناصر الصورة الجديدة للعالم ولخصوها بحركة المادة التي تنتقل من حالة إلى حالة.

الفيزياء في القرن التاسع عشر

القرن التاسع عشر شهد تطورات كثيرة وكان قرناً مميزاً من حيث الاكتشافات العلمية، لكن العلم بقي خلاله ميتافيزيقياً وميكانيكياً (من حيث آليته). وكان لهذه التطورات ان تغيّر في صورة العالم، فقد بدأت الأفكار التي تتناول التطور والتواصل تدخل إلى العلم وتضغط على ميتافيزيقيته.

وكان مميزاً في القرن التاسع عشر التقارب بين العلوم وبين عملية التصنيع والإنتاج. فالثورة الصناعية التي شهدتها الدول المتطورة في أوروبا الغربية كانت تتطلب تطويراً دائماً للتكنولوجيا، مما أثر ايجاباً على تطوير العلوم الطبيعية

بشكل دائم وسريع. وبدأ العلم يجد تطبيقاته المباشرة بسرعة في الصناعة فيغير ويطور في نظرياته التي لا تنطبق على الواقع. فكانت المصانع بمثابة مختبر حي للعلوم. وكان هناك تفاعل بين العلم والصناعات والمصانع التي تنتجها، فبناء المحرك البخاري قد سرّع في تطوير فرع الفيزياء الحرارية كما في تطوير التكنولوجيا في هذا الميدان. وكذلك كان ارتباط الفيزياء الكهرومغناطيسية بتطور التقنيات الكهربائية وظهور التلغراف. أما اكتشاف التصوير الفوتوغرافي فقد ساهم في الاسراع بتطوير علم الضوئيات حيث تطورت نظرياته وتم اقرار وسيادة النظرية الموجية للضوء.

في القرن التاسع عشر أصبح معروفاً أن ارتفاع الحرارة ناتج عن حركة الذرات او الجزيئات، وتطورت الفيزياء الحرارية. ثم تطورت دراسة الدفء والآلة التي تعمل بالطاقة الحرارية (وتلك التي تعمل على طاقة الغاز) في أعمال كارنو (1786-1832). وتمت دراسة الدفء كمسبب للحركة. فالدفء حسب كارنو يتحول إلى حركة ميكانيكية عندما ينتقل من جسم حار إلى جسم بارد (بمعنى إنه يمكن توليد الحركة منه).

والجدير بالذكر أن بعض أفكار كارنو المهمة قد نشرت بعد مماته بعد أن وجدت في مذكراته.

وقد كان للأبحاث التي أجريت في مجالات الكيمياء والكهرباء والفيزياء الحرارية، وخاصة في موضوع تحول الدفء إلى عمل، الفضل في ظهور الفكرة عن تحول الطاقة، في أعمال اميل مايور (1814-1878) التي ظهرت في أواسط القرن التاسع عشر حيث جرى فصل مفهوم الطاقة الميكانيكية عن المفهوم الفيزيائي للطاقة، وتم عرض مبدأ تحويل الطاقة من شكل إلى آخر (ميكانيكي- كيميائي- بيولوجي أو غير ذلك)، مما قاد في النهاية إلى اكتشاف قانون حفظ الطاقة بواسطة مايور وجول.

وفي القرن التاسع عشر، وتحديداً سنة 1859 صدر كتاب شارل دارون (1809- 1882) عن أصل الأنواع "ظهور الأنواع عن طريق الانتقاء الطبيعي

أو حفظ الأنواع المنتقاة في صراعها من أجل البقاء". ثم صدر له كتاب عن أصل الإنسان.

النظرة الذرية التي تطورت في القرن الثامن عشر بالترافق مع أفكار حفظ الطاقة التي بشر بها لافوازييه (1743-1794) قد تطورت في كيمياء وميكانيكا القرن التاسع عشر، واستنسخت في نظرية الذرية الجديدة فتوجت بجدول ماندلييف (1834-1907) الشهير الذي وضع سنة 1869 والذي فتح المجال لدراسة مسائل امتدت لأكثر من مائة سنة تلته.

في سنة 1896 اكتشف هنري بكريل (1852-1908) اشعاعات جديدة ناتجة عن اليورانيوم (أشعة ألفا، بيتا وغاما) وفتح الطريق فيما بعد إلى المجال الأخطر في علم الفيزياء (وحتى اشعار آخر). وقبل دراسة الاشعاعات الخطيرة كان للفيزياء جولات كبيرة مع دراسة الضوء، طبيعته، انتشاره، تفاعله مع المادة، وما شابه ذلك. هذه الدراسات قد شكلت محاور متنوعة، الا أن تاريخها قد تمحور حول تقسيمها إلى هندسية وفيزيائية والى وجود نظريتين رئيسيتين في الضوء اقترحتا طبيعتين اثنتين له هما الطبيعة الجسيمية والطبيعية الموجية.

علم الضوئيات شهد نشاطات كثيرة وسجل نجاحات، وكانت نجاحاته تعتمد على النشاط التجريبي وعلى الملاحظة- ولِمَ لا، طالما أن الضوء يقع تحت سيطرة حاسة النظر.

القفزة الكبيرة جاءت مع تطور التحليل الطيفي (Spector analysis) الذي يعتمد على دراسة انتشار الاشعاعات اعتماداً على أطوال موجاتها ابتداء من الضوء المرئي واستكمالاً مع الاشعاعات الأخرى ذات الذبذبات الأعلى، ربما يصح الافتراض أن يكون ذلك قد بدأ مع منشور نيوتن (Newton prism).

أول من قاس سرعة الضوء كان الفرنسي ارمان فيزو (1819-1896) (A.Fizeau)، ثم تبعه مواطنه جان فوكو بقياس سرعة الضوء في أوساط مختلفة.

الأشعة غير المرئية، وتحديداً الأشعة ما تحت الحمراء، اكتشفها البريطاني

هرشل (1738- 1822). فمع ان فكرة وجودها كانت مفترضة منذ القدم الا انها لم تكشف قبل هرشل.

وقد ثبّت ميللوني (1798-1854)، بعد عدة تجارب، الطبيعة الواحدة لاشعاعات الحرارة والاشعاعات الضوئية المرئية.

النظرية الكهرومغناطيسية

النجاحات التي حققها العلم في مجال الكهرومغناطيسية ما زلنا ننعم بنتائجها حتى اليوم في حضارتنا. التي تحمل اسم حضارة الكهرباء. واذا كانت الجذور البدائية الأولى للمعلومات عن الكهرباء تعود إلى عصر الحضارة الاغريقية والحضارة الصينية، فإن الدراسات والنظريات التي تنطبق عليها صفة العلمية بمفهومها الحديث قد حققت نجاحاتها في القرن التاسع عشر.

في سنة 1600 شرح جلبير (1520-1601) عملية الجذب التي تحصل بين الأجسام المشحونة كهربائياً. وفي بداية القرن الثامن عشر تمكن غري من تسيير الشحنات الكهربائية في خطوط معدنية. وفي سنة 1733 تحدث ديوفي (1693-1739) عن طبيعتين للكهرباء وشرح ظواهر التجاذب والتنافر بين الشحنات الكهربائية المختلفة. وفي أواسط القرن الثامن عشر قدم فرنكلين (1706 - 1790) نظرية السائل الكهربائي.

في سنة 1820 لاحظ ارستد (1777-1851) ان ابرة البوصلة تنحرف عندما تقترب من التيار الكهربائي، فإذا بعالم جديد من الظواهر يتم رفع الغطاء عنه،واذا بنوع جديد من التأثير يختلف عن تأثير قوة الجذب المركزية التي كانت معروفة، والتي تؤثر في اتجاه الخط المستقيم الذي يصل بين مركزي الجسمين الداخلين في عملية التأثير المتبادل (الجذب او التنافر). وفي نفس العام لاحظ أمبير (1775-1836) ان الخطين الذين يجري فيهما تياران كهربائيان يتجاذبان اذا كان التياران يسيران في نفس الاتجاه، ويتنافران (يتباعدان) اذا كان التياران

يجريان في اتجاهين مختلفين. هذا الاكتشاف وضع البداية لنظرية أمبير في الالكتروديناميكا (أي الديناميكا الكهربائية).

وفي سنة 1831 اكتشف فارادي (1791–1867) ونتيجة مجموعة من التجارب، ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Induction). وقد أصبحت هذه الظاهرة من أساسيات الكهرومغناطيسية فيما بعد وأدت إلى تغيرات جذرية في مفاهيم العلم في القرن التاسع عشر. فاكتشاف فارادي لم يكن يعني فقط أن تَغيّر الحقل المغناطيسي يخلق تياراً كهربائياً، بل ان التغيرات في الحقل المغناطيسي تقود إلى تغيرات في الفضاء المحيط به فيؤثر على الأجسام المشحونة كهربائياً التي تتواجد في هذا الفضاء- إذاً كان هناك بحث في أصل الحقول.

أما نظرية الحقول الكهرومغاطيسية فقد اسسها سنة 1864 العالم الهولندي ج. ماكسويل (1831 - 1897) الذي كان من أكثر العلماء تأثيراً في تاريخ الفيزياء. فماكسويل هو الذي صاغ مفهوم الكهرومغناطيسية، وكان أول من تنبه إلى أفكار فارادي وغيره وعمم النظريات التي سبقته بطريقة رياضية، فوضع معادلاته الشهيرة، وهي علاقات رياضية متينة بين الحقل الكهربائي والحقل المغناطيسي وظواهرهما. ويعود الفضل لماكسويل في صياغة نظرية الحقول الكهرومغناطيسية في معادلات رياضية دقيقة. لكن ماكسويل لم يستطع تبوّؤ الشهرة الا بعد مماته، وتحديداً عندما برهن هرتز (1857– 1894) صحة تنبؤاته عن الموجات الكهرومغناطيسية. طبعاً كان لهرتز دور جبار في درس خصائص هذه الموجات، وما تزال وحدة ذبذبات الموجات (الهرتز) تحمل اسمه اعترافاً بفضله على العلم. واضافة إلى أبحاثه في مجال الكهرومغناطيسية، توصل ماكسويل إلى اكتشاف سنن غير ميكانيكية في الطبيعة، كان ذلك خلال أبحاثه في الفيزياء الحرارية.

وماكسويل كان أول من اعتبر الضوء موجات كهرومغناطيسية وأول من حسب سرعة الموجات الكهرومغناطيسية فوجدها مساوية لسرعة الضوء.

نظريات هندسية جديدة

في القرن التاسع عشر ازدهرت محاولات اعطاء الهندسة معنى فيزيائياً (واعطاء الفيزياء بعداً هندسياً) فالحقل مثلاً يمكن النظر اليه كفضاء تتصرف الأجسام في نقاطه المختلفة بطرق مختلفة حيث أن تأثير الحقل الجاذبي أو المغناطيسي أو الكهربائي يختلف من نقطة إلى نقطة. لكن هندسة اقليدس لم تكن تسمح بالأفق المفتوح في هذا المجال، مما قاد إلى اقتراح نظريات هندسية جديدة. ففي سنة 1826 اقترح لوباتشفسكي (1792- 1836) هندسة جديدة تختلف عن هندسة اقليدس في عدة أمور، فمن نقطة واحدة واقعة خارج الخط المستقيم يمكن رسم عدة خطوط لا تتقاطع مع هذا الخط (حسب هندسة اقليدس يمكن مد خط واحد، هو الخط الموازي) ومجموع زوايا المثلث في هندسة لوباتشفسكي أقل من زاويتين قائمتين (في هندسة اقليدس يساوي 180 درجة)، وحسب هندسة لوباتشفسكي فإن مربع الضلع الأكبر في المثلث القائم الزاوية لايساوي مجموع مربعي الضلعين الآخرين.

وكأنما ظهور هندسة لوباتشفسكي قد اعطى دفعاً لنشوء عدة نظريات هندسية جديدة واعطاء السنن الفيزيائية خصائص هندسية، وبالفعل ظهرت في أواسط القرن التاسع عشر هندسة ريمان (1826-1866) اللااقليدية. وحسب هذه الهندسة لا يمكن مد أي خط موازٍ لمستقيم من نقطة تقع خارجه. وان الخطين الذين يبدوان متوازيين لا يلبثا ان يلتقيا بعد مسافة طويلة. والواضح ان خصائص هندسة ريمان تختلف عن خصائص كل من هندستي اقليدوس ولوباتشفسكي، فمجموع زوايا المثلث لا تساوي زاويتين قائمتين كما في هندسة اقليدوس بل هو أكبر من زاويتين قائمتين، ويكبر أكثر كلما كبرت مساحة المثلث.

لقد شهد القرن التاسع عشر غزارة في الانتاج العلمي لم يسبقه فيها قرن على مر التاريخ الا القرن العشرين طبعاً. لكن هذه الغزارة لم تترجم كماً في

المعلومات والنظريات العلمية فحسب بل شكلت خطوات نوعية أثرت في مفاهيم العلم. فلقد اقتحم العلم في القرن التاسع عشر الحدود بين الظواهر التي تخضع لقوانين نيوتن وتلك التي تتعلق بحركة الجزيئات، وصولاً إلى الحركات الدورية للذرات ووصولاً إلى سنة التطور العضوي للأجسام الحية.

لقد تطور في القرن التاسع عشر المفهوم الفيزيائي للحقول. فإذا كان هذا المفهوم قد بقي شكلياً في نظرية الجاذبية وأيضاً في نظرية الكهرباء والمغناطيسية الاستاتيكية فإن دراسة الحقول الكهرومغناطيسية وتأثيرها على الأجسام المشحونة كهربائياً قد قادت إلى صياغة مفهوم جديد وقادت فيما بعد إلى تصورات جديدة.

وقد شكل المفهوم الفيزيائي للحقول احدى المقدمات التي ساهمت في الوصول إلى اللوحة الجديدة للعالم التي رسمتها الفيزياء " الحديثة" في أوائل القرن العشرين. والفيزياء " الحديثة" هذه هي عبارة عن النظرية النسبية وميكانيكا الكم. وقد تم تبني هاتين النظريتين نتيجة قصور الفيزياء الكلاسيكية عن تفسير بعض الظواهر ونتيجة تناقضاتها في بعض الأماكن مما استدعى القيام بثورة في الفيزياء والانتقال إلى الفيزياء "الحديثة".

ثورة علمية وفيزياء "حديثة"

حتى ثمانينات القرن التاسع عشر كانت الفيزياء الكلاسيكية قد اكتملت تقريباً. وقد جاءت الاكتشافات التي أعقبت هذا التاريخ لتكشف بعض عورات النظرية الكلاسيكية في العلوم، فمع كل اكتشاف جديد كانت تقع هذه النظرية في احراج جديد لعدم تمكنها من تفسيره اعتماداً على رؤيتها ونظرتها إلى العالم .

ولأن الفيزياء كانت حتى ذلك التاريخ ما زالت تلعب دور القائد في العلوم الطبيعية فقد كان من واجبها التصدي لعملية التغيير الجديدة. ويمكننا القول أنه حتى بدايات القرن العشرين كانت كل تطورات الفيزياء الكلاسيكية عن تركيب

المادة وحركتها وعن خصائصها ونماذجها، وأيضاً عن شكل القوانين الفيزيائية وعن خصائص الزمان والمكان، كانت قد وقعت في أزمة.

حتى ذلك التاريخ كانت المادة الحية غير مدروسة كما كانت الحال مع المادة التي تتعاطى معها الفيزياء فكان ذلك يشكل ثغرة عانت منها العلوم الكلاسيكية (هناك من يفترض ان تغييب دور الإنسان كان يشكل الثغرة الكبيرة). ويمكننا القول أنه في تلك المرحلة الانتقالية كان الشك قد وصل إلى قانون حفظ الطاقة، إلى بعض القوانين الرئيسية، والى ثقة العلماء بامكانية فهم العالم بواسطة العلوم التي كانت معروفة وقتذاك. المخرج من الأزمة جاء عن طريق نظريتين رئيسيتين هما النظرية النسبية والفيزياء الكوانطية.

1- النظرية النسبية

من النظريات التي أثرت تأثيراً كبيراً على تطور المبادئ العلمية الرئيسية ونظرة العلم إلى صورة العالم، كانت النظرية النسبية التي يرتبط ذكرها باسم العالم الألماني البرت اينشتاين (1879-1955). والنظرية النسبية التي احتفلت بالذكرى المئوية قبل ثلاث سنوات ما زالت تفرض احترامها وتحافظ على دقتها وصحة استنتاجاتها، وهي النظرية الأجمل من حيث تناسقها وتدعيمها بالرياضيات.

لقد جاءت نسبية اينشتاين كنتيجة طبيعية لقصور مبدأ غاليليه النسبي وقصور ميكانيكا نيوتن عن دراسة السرعات الكبيرة وفشل الفيزياء الكلاسيكية بشكل عام في تفسير الكثير من الظواهر المستجدة. وهذا القصور في التفسير النظري وفي الاجابة على الكثير من الأسئلة والتساؤلات، رافقه فشل في تفسير نتائج بعض التجارب الهامة التي دخلت التاريخ العلمي مثل تجربة مايكلسون. لذلك جاءت نظرية اينشتاين فيما بعد مدعمة بالنظريات الفيزيائية ومدعمة بالهندسة وبالمعادلات الرياضية المعقدة والدقيقة ومعتمدة أيضاً على نتائج التجربة.

في سنة 1851 برهن فيزو ان سرعة الضوء لا تتغير عندما ينتشر في وسط متحرك فسرعته في المياه الجارية تساوي سرعته في المياه الساكنة.

وفي سنة 1881 أجرى مايكلسون (1852–1931) تجربة مهمة كانت سبباً للانقلاب النظري عن مفهوم الأثير وكان من نتائجه التوصل إلى النظرية النسبية. كان مايكلسون يحاول قياس سرعة الأثير بالنسبة لسطح الأرض وكان يفترض أن تكون هذه السرعة مساوية لسرعة دوران الأرض حول الشمس، أي حوالى الثلاثين كيلومتراً في الثانية، الا ان تجربته لم تعط أية قيمة لهذه السرعة بل بينت عدم وجود الأثير بالمواصفات التي كانت معطاة له في ذلك الوقت. كما برهنت تجربة مايكلسون أن سرعة الضوء على سطح الأرض هي نفسها بغض النظر عن سرعة واتجاه الوسط الذي تجري فيه حركة الضوء.

ولتفسير النتائج السلبية والمفاجئة لتجربة مايكلسون ولغيرها من الاشكاليات في الفيزياء الكلاسيكية تسابق العلماء إلى ايجاد التعليل أو التبرير أو المخرج فكانت فكرة اينشتاين الشجاعة الذي اقترح المسلمتين (Postulates) التاليتين:

1– ثبات سرعة الضوء، فالضوء ينتشر بسرعة ثابتة في الوسط الثابت والوسط المتحرك على السواء، ومهما كان اتجاه الوسط الذي يحمله (هذا في الفراغ طبعاً وليس في الحقول الجاذبية القوية)؛

2– ان مبدأ النسبية يجب ان يعمم على كل فروع الفيزياء لا ان يقتصر على الميكانيكا (كما هي الحال في فيزياء نيوتن وغاليليه).

وقد كان لأفكار اينشتاين التي تم تبنيها من قبل المجتمع العلمي في أوائل القرن العشرين نتائج ثورية مدوية ترتب عليها تغيرات في كثير من المفاهيم، فقد نسفت فكرة "النظام المجرد" الكلاسيكية، التي تبناها نيوتن، وتم التخلي عن قانون جمع السرعات الكلاسيكي، فسرعة جسم يسير في قطار متحرك بالنسبة للأرض لم تعد تساوي مجموع سرعته بالنسبة للقطار مضافة إلى سرعة القطار بالنسبة للأرض. ومن استنتاجات النظرية النسبية الهندسية - الفيزيائية ان أطوال الأجسام تتقلص تبعً لسرعة تحركها، وان الزمن يطول مع السرعة، أي ان سرعة

جريانه ليست واحدة بالنسبة للأجسام التي تتحرك بسرعات مختلفة، فالام التي تسافر على متن سفينة فضائية سرعتها قريبة من سرعة الضوء ربما عادت أصغر سناً من ابنها الذي ينتظرها على الأرض (حسب مدة بقائها في الرحلة). ومن استنتاجات النظرية النسبية المثيرة أيضاً نسبية التزامن، فالحادثتان المتزامنتان بالنسبة للمشاهد الأول لا تكونان متزامنتين بالنسبة للمشاهد الثاني اذا كان متحركاً.

إن ثورة اينشتاين التي بدأت قريبة من الهندسة سنة 1905 (هندسة الزمان-المكان)، تكفّل مينكوسكي في سنتي 1907-1908 بوضع اطار هندسي لها، فكانت هندسة مينكوسكي الرباعية الأبعاد. وما لبث اينشتاين نفسه ان عمم سنة 1916 نظريته على الفضاء المحكوم بوجود حقول جاذبية فكانت النظرية النسبية العامة التي تدرس أنحاء الفضاء المحيط بأية كتلة جاذبة.

وبعد النسبية طور اينشتاين مفهوم الكتلة والطاقة ووجد معادلة رياضية تظهر تكافؤهما (Equivalence)، كان قد وجدها قبله ديراك لكنه لم يجرؤ على نشرها. ولم تعد الكتلة مقداراً ثابتاً فهي تكبر مع سرعة حركة الجسم. والطاقة أضيف اليها مفهوم جديد هو مفهوم طاقة الجسم الساكن (تساوي كتلته مضروبة بمربع سرعة الضوء).

وقد تم فيما بعد تبني فكرة تحول الكتلة إلى طاقة والطاقة إلى كتلة، وكان في ذلك ثورة حقيقية في التفكير العلمي. وقد جاءت اكتشافات الجسيمات الأولية والطاقة الذرية لتؤكد صحة مقولات النظرية النسبية.

ان النظرة الانقلابية إلى مفاهيم الفضاء والزمن والطاقة كان لها أثر كبير على عملية فهم الفضاء الخارجي. وقد ساعدت النظرية النسبية على النجاحات اللاحقة في حقل الفضاء، ففي سنة 1922، برهن السوفياتي فريدمان (1888-1925) أن الكون ليس ثابتاً بل يتمدد مع مرور الزمن. وقد برهن الأميركي هابل (1889-1953) فيما بعد ان المجرات تتباعد وان الكون يتمدد، حتى انه قام بقياس سرعة تباعد المجرات (سرعة الافتراق!).

2- ولادة الفيزياء الكوانطية

في سنة 1900 أدخل ماكس بلانك (1853-1947) إلى الفيزياء مفهوم الكوانطات، وهي كميات صغيرة جداً من الطاقة تبثها أو تمتصها الأجسام. وفي سنة 1905 أكد أينشتاين ان الضوء نفسه عبارة عن كوانطات أو فوتونات (ولها إلى جانب ذلك طبيعة موجبة طبعاً).

وفي بدايات القرن العشرين كانت الفيزياء الكلاسيكية واقعة في ورطة لعجزها عن الاجابة عن بعض الأسئلة حول الالكترونات واستقرار الذرة نفسها، فالالكترونات تتحرك في مدارات اهليلجية حول النواة، مما يعني أنها تبث اشعاعات، أي موجات كهرومغناطيسية ناقلة للطاقة مما يؤدي إلى تبعثر هذه الطاقة وخروجها من الذرة؛ وبناء على ذلك يفترض أن تتباطأ حركة الالكترونات شيئاً فشيئاً، وصولاً إلى توقفها تماماً عن الحركة، أي إلى عدم محافظة الذرات على وضع مستقر، وهذا الشيء لا يحدث على أرض الواقع. لذلك اقتضى الأمر اعطاء تفسير لاختلاف التفسير العلمي النظري لهذه الظاهرة عن الواقع الفعلي، وكانت الفيزياء الكلاسيكية عاجزة عن اعطاء هذا التفسير.

طريقة الخروج من هذه الصعوبة اقترحها نيلسون بورن سنة 1913 عندما افترض أن الالكترون الدائر حول نواة الذرة لا يمكن ان يتواجد الا على مدارات محددة ذات مستويات طاقوية محددة، وهو يبث او يمتص الطاقة الاشعاعية فقط عندما ينتقل من مدار إلى آخر، أي من مستوى طاقوي إلى مستوى ذي طاقة مختلفة. بورن اعتمد في فرضيته على اكتشافات بلانك واينشتاين وظن أنه يفترض حالة خاصة للخروج من مأزق محدد فإذا به يتوصل إلى اكتشاف عظيم بدأت معه حقبة جديدة هي حقبة الفيزياء الكوانطية التي ما زالت معاصرة حتى اليوم.

وقد جاءت نظريات الفرنسي لوي دي برويل (1892-1987) في الميكانيكا

الموجيّة (Wave Mechanics) سنة 1923 لتشرح اسباب التزام الالكترونات بمدارات محددة.

وفي سنة 1925 أنجز النمساوي شرودنغر(1887-1961) معادلته الرياضية التي تصف الحركات الموجية للأجسام والتي تسمح بحساب احتمال وجود الجسيم في مكان ما.

ثم تابعت الفيزياء الكوانطية مسيرتها، وما زالت تشكل العمود الفقري للفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات، وما زالت تتغلغل في مختلف فروع الفيزياء والكيمياء وغيرهما.

العلم في النصف الأول من القرن العشرين

السنوات العشرون الأولى في عمر القرن العشرين كانت تاريخاً لولادة النظرية النسبية وبلوغها سن الرشد ثم تبعتها سنوات ولادة وترعرع وسيادة النظرية الكوانطية. وبشكل عام فإن النصف الأول من القرن العشرين كان فترة سيادة النظرية الجديدة في الفيزياء - الفيزياء غير الكلاسيكية أو الفيزياء " الحديثة" كما اسموها. فدخلت التصورات الجديدة في كل الفروع القديمة والمستحدثة.

في أربعينات القرن العشرين شهد العلم وثبة كبيرة تمثلت بامتلاك الطاقة الذرية التي تبعتها خطوة ولادة الآلات الحاسبة. وفي هذه الفترة أيضاً بدأت فروع علمية أخرى مثل الكيمياء، البيولوجيا وعلوم الأرض تتطور بشكل كثيف، وبدأت هذه العلوم تتقدم برؤيتها العلمية الخاصة لماهية اللوحة العلمية للعالم، المختلفة عن رؤية الفيزياء أو المكملة لها. وحتى منتصف القرن العشرين كان العلم قد التصق بالتكنولوجيا إلى حد كبير وصار بامكاننا الحديث عن ثورة علمية- تكنولوجية.

النتائج المباشرة لهذه الثورة العلمية كانت اللوحة الجديدة للعالم، فقد

تخلى العلم إلى حد ما عن اللوحة الميكانيكية. وكان أيضاً إقرار للأسلوب العلمي غير الكلاسيكي، حيث انتقل العلماء إلى أسلوب جديد في التفكير العلمي من حيث طريقة طرح المسائل العلمية، من حيث تعليلها ونقاشها وأيضاً من حيث وضع الاستنتاجات.

لقد تغير بنتيجة هذه الثورة العلمية موضوع العلم نفسه فلم يعد البحث يجري عن الحقيقة بشكل مطلق وشامل بل عن حقائق منفصلة، عن أجزاء معينة وعن ملامح محددة.

لقد تشابك العلم كثيراً مع التقنيات وصارت نتائجه مرتبطة ليس فقط بطبيعة مواضيع البحث بل وبتفاعل هذه المواضيع مع الأجهزة المستعملة في البحث؛ لأن الأبحاث لم تعد ممكنة بدون الأجهزة شئنا ذلك أم أبينا. ولم يعد العلم يتعاطى مباشرة مع الأجسام (أو المواضيع) الطبيعية الحقيقية بل مع النماذج الرياضية الموضوعة لهذه الأجسام، هذا ما نلمسه خاصة في الفيزياء الكوانطية وفيزياء الطاقة المرتفعة وفيزياء الفضاء بشكل عام. هذا الواقع قاد إلى ترييض أكثر للعلوم (أصبحت تعتمد أكثر فأكثر على الرياضيات) والى رفع مستوى التجريد في هذه العلوم التي ابتعدت أكثر عن الحسيّة التي كانت تعرفها العلوم الكلاسيكية وتغيرت أيضاً مع العلوم "الحديثة" الأسس المنطقية للعلم حيث أوجدت العلوم الحديثة منطقها الحديث وابتعدت أكثر عن المنطق الكلاسيكي، أي عن المنطق الارسطوي.

ففي النظرية الكلاسيكية مثلاً كنا نلجا أحياناً إلى استعمال قانون اسقاط الاحتمالات غير المناسبة كأن نقول اننا أمام احتمالين لا ثالث لهما فإذا سقط الاحتمال الأول يكون الاحتمال الثاني صالحاً حكماً. هذا المنطق لا يصلح في الفيزياء الكوانطية التي يعتبر فيها وجود الجسيم شيئاً من الاحتمال.

وقد أدخلت الثورة العلمية الجديدة علوماً جديدة مثل علوم المحيط الحيوي وتطوره وعلاقته بظاهرة الحياة. وأصبحت الحياة جزءاً من سنن الكون ولم تعد ظاهرة مرتبطة بالصدفة كما كان الأمر في العلوم الكلاسيكية. وقد خفت

الحواجز بين المادة الحية والمادة غير الحية وصارت مسألة التطور من المسائل الرئيسية الموضوعة على رزنامة العلم. وفي العلوم الحديثة صار للإنسان دور أكبر في موضوع العلم، فالكون هو على هذه الصورة لأن الإنسان جزء منه وليس بشكل مستقل عن وجود الإنسان.

ويمكننا القول ان الفيزياء "الحديثة" أي الفيزياء غير الكلاسيكية قد استمرت حتى ثمانينات القرن العشرين في حالة نهوض وانتشار أفقي طال مختلف الفروع المعروفة والمستجدة. وقد سجلت اختلافات كثيرة مع الفيزياء الكلاسيكية، اختلافات منهجية واختلافات من حيث الادراك العلمي للمسائل. ولو أردنا ايجاز هذه الاختلافات لسجلنا النقاط التالية:

1- لقد تم الاحتفاظ بمبدأ " الطبيعية" أي الوجود الموضوعي للطبيعة الذي تحكمه السنن الطبيعية التي لا دخل لارادة الإنسان فيها. لكن فهم هذه الموضوعية قد تطور من موضوعية حسية، كان العلم الكلاسيكي يفهمها أقرب إلى حواس المراقب، إلى موضوعية يفهمها العلم الحديث على أنها تضم كل ما هو خارج وعي الإنسان.

2- تم استبدال النظرة الميكانيكية والميتافيزيقية التي كانت سائدة في العلوم الكلاسيكية بالنظرة الشمولية لعلاقات الأشياء وبالمفهوم التطوري. لم تعد الميكانيكا هي الفرع- النموذج في العلم، الذي يعطي الطريقة الشمولية لدراسة الظواهر المحيطة؛ فحل محلها النموذج التطوري الشامل. وبعد ان كانت العلوم الكلاسيكية تنظر إلى مواضيعها كأشياء معزولة نسبياً دون دراسة علاقتها وتفاعلها مع الأشياء المحيطة صارت المواضيع مشتركة بين فروع العلم المختلفة، كل فرع يدرسها من زاوية اختصاصه، وقد تمت ترجمة هذه الفكرة بظهور وازدهار فروع علمية جديدة تشترك فيها الفيزياء مع الكيمياء أو مع البيولوجيا وهكذا دواليك.

3- لم يعد ينظر إلى الكون بصفته متجانساً بما يعني ان دراسة الجزء تعطي الفكرة عن الكل وان السنن التي تحكم هذا الجزء تحكم بقية الأجزاء، بل

صارت السنن في الفيزياء الحديثة على عدة مستويات وصار الكون عبارة عن عدة أنظمة لا عن نظام واحد وان تكن هذه الأنظمة متفاعلة.

4- تراجع النشاط التحليلي التجزيئي الذي كان سائداً في العلوم الكلاسيكية وحلّ محله الاستنتاج بما هو الدمج والتكامل.

5- الفكرة التي كانت سائدة في العلوم الكلاسيكية، عن امكانية السير في تجزيء المادة إلى حدودها النهائية في الصغر، تبدلت إلى فكرة عن استحالة الوصول إلى عمق المادة النهائي.

6- الحتمية الميكانيكية التي كانت تعترف بها العلوم الكلاسيكية والتي تقر بالعلاقات السببية التي تحتم تتابع الأحداث قد تم استبدالها بحتمية خاضعة للصدفة، فالصدفة التي أتت بها النظرية الكانطية أصبحت من ركائز عالمنا.

7- العلوم الحديثة لم تعد تحلم بالحقيقة المطلقة التي لا يمكن الوصول اليها بل انتقلت إلى تبني الحقائق النسبية الموزعة على مجالات عديدة، فكما للمادة غير الحية حقائقها فإن للمادة الحية أيضاً حقائقها.

8- لم تعد المعرفة عبارة عن عملية أنعكاس للواقع الطبيعي في ذهن الإنسان بل اعترفت العلوم الحديثة بوجود بصمات للإنسان على النموذج الذي نتخذه للعالم، من حيث دوره في ايجاد أجهزة القياس واستعمالها من قبله ومن حيث دور الإنسان في التأثير على الواقع وتغييره.

9- العلوم الكلاسيكية لم تر في وجود الإنسان العاقل في الكون شيئاً مميزاً نوعياً، بينما وجدت العلوم الحديثة في ظهور الإنسان حتمية مبرمجة.

أزمة العلوم "الحديثة" وظهور العلوم ما بعد الحديثة

الأزمة الأخيرة التي شهدها ويشهدها العلم الحديث تختلف عن تلك الأزمات التي عرفها العلم على مر التاريخ، ففي هذه الأزمة شيء من العتب، اذا صح التعبير، هذا العتب ليس على الحكام هذه المرة أو على اعداء العلم،

انما على العلم نفسه؛ فالعلم الذي وجد أصلاً لخدمة الإنسان مادياً ومعنوياً قد استعمل بطريقة عادت في احيان كثيرة بالضرر على الطبيعة والإنسان. فالبيئة تعاني من أنواع التلوث التي تسببها المركّبات الكيميائية الجديدة التي أدخلها العلم (عددها بالآلاف) والتي لم تعرفها الطبيعة من قبل ولم تعتد عليها الكائنات الحية التي تعيش على كوكبنا. والكائنات الحية جميعها تعاني من خطر الاشعاعات فالاكتشافات العلمية في مجال الذرة قد حولها الإنسان إلى اسلحة نووية تشكل خطراً على وجود البشرية بشكل عام والأرض تعاني والغلاف الجوي يعاني وأيضاً البحار والأنهار والبحيرات، من التلوث والتخريب وتغيير المعالم. لا أود الاطالة هنا في الحديث عن الأزمة البيئية بل أنصح القارئ بمطالعة كتابي (كتاب البيئة). هذه الأمور وغيرها قد دفعت الأصوات لترتفع مستنكرة ومنبهة من قبل الفلاسفة ومؤرخي الحضارة ورواد الفن والأدب، حيث يرى هؤلاء أن التكنولوجيا تغري الإنسان بانجازاتهم فتسهل له طريقة حياته وتجعلها أكثر راحة لكنها تجرده من إنسانيته وتبعده عنها شيئاً فشيئا.

التكنولوجيا تساهم في ابعاد الإنسان عن الكائنات الحية الأخرى (وفي ابعاد الإنسان عن الإنسان أيضاً) وتجعل منه كائناً أقل مسؤولية تجاه الطبيعة التي يعيش فيها، وتحوله رويداً رويداً إلى كائن تستعبده الآلة، فتطوير الآلة وربما تطوير الأسلحة هو الذي يحل المشاكل العالقة هذه الأيام بدلاً من أن تحلها المواقف الإنسانية المسؤولة. كلما طور الإنسان تقنياته وآلاته على حساب خيرات الطبيعة المرشحة للنضوب، نجده يبتعد أكثر عن رحم الطبيعة ويدمر أكثر قيمة الإنسانية.

بوادر الأزمة الحالية في العلم بدأت تظهر في العقدين الأخيرين من القرن العشرين وما زالت تزداد وضوحاً في بداية القرن الحالي، وهي تزداد حدة كلما كشف العلم نفسه عن الجوانب السلبية في استعمالات نتائجه بطريقة خاطئة وخطيرة وكلما كشفت النشاطات الحضارية الأخرى من أدب وفن وفلسفة عن سلبيات جديدة في تعاطي علومنا مع الطبيعة والإنسان. ويمكننا القول أننا في

مرحلة انتقال إلى مرحلة جديدة من مراحل العلم. ولأن هذه المرحلة تأتي بعد ما يعرف بالعلوم الحديثة فقد اصطلح البعض على تسمية العلوم المنتظرة بالعلوم ما بعد الحديثة. والمهم جداً أن نذكر أن الأسباب التي تقف وراء هذه " الثورة" العلمية الجديدة ليست فقط الجوانب السلبية التي رافقت العلوم الحديثة والكلاسيكية بل، والأهم من ذلك، هي تلك القفزة الهائلة في عالم الكمبيوتر وفي عالم الاتصالات وكذلك علوم الفضاء والجينات وغيرها.

الفصل الخامس

لمحة عن مفاهيم الكيمياء ومقولاتها

الكيمياء هي من أهم العلوم الطبيعية التي عرفها الإنسان، وهي تدرس تركيب المادة، بنيتها الداخلية وتحولاتها، وتدرس أيضاً آلية هذه التحولات.

وكما كل فروع العلم فإن للكيمياء تاريخ ميلاد، ثابتاً أو مختلفاً عليه، أما مكان الولادة فغير محدد أيضاً نظراً للتبديلات التي شهدها مفهوم التسمية ومحتوى الموضوع. فقبل أن تصبح الكيمياء كيمياء عرف العالم القديم ما سمي بالخيمياء ويرجح أن تكون قد ظهرت أولاً في مصر وازدهرت فيها وفي بلاد الرافدين.

يقول البعض أن تسمية خيمياء مشتقة من الكلمة المصرية القديمة "خيمي" التي تعني الأرض السوداء ما يعني ان الخيمياء كانت فناً لتحويل المواد. ويقول البعض الآخر أن كلمة خيمياء مشتقة من الكلمة اليونانية "خيميا" التي تعني عصير النباتات، أي ان الخيمياء تعني فن الحصول على العصير، ويمكن أن تعني تذويب المعادن. وقد حول العرب التسمية من " خيمياء" إلى " الخيمياء" باضافة ال التعريف عليها، وكانت تعني لهم العلوم السرية عن كيفية تحول المواد بما فيها المعادن من نوع إلى آخر. والجدير بالذكر أن مفهوم الخيمياء ارتبط بالاعتقاد في امكانية تحويل المعادن الرخيصة إلى معادن ثمينة مثل الذهب

والفضة، وكان ذلك في كل الحضارات التي حضنت الخيمياء أي في مصر وبلاد الرافدين، في بلاد الاغريق وفي دولة الخلافة الاسلامية.

ربما كانت أولى الظواهر الكيميائية التي لفتت نظر الإنسان القديم مرتبطة بمفاعيل النار وتأثيرها على المواد التي تتعرض للحرارة ومنها الأخشاب واللحوم والثمار وغيرها، ومنها فيما بعد المعادن التي بدأ الإنسان بعملية صهرها في الحضارات القديمة المختلفة. فالإنسان القديم ومنذ اكتشافه للنار كان يصنف المواد في الطبيعة إلى قابلة للاشتعال أو غير قابلة لذلك. والجدير بالذكر ان هذا التصنيف ظل سائداً حتى القرن الثامن عشر (أما تقسيم المواد إلى عضوية وغير عضوية فقد اقترحه برسيليوس سنة 1807).

وبغض النظر عن التسمية فقد تميز المصريون منذ القدم بتحنيط موتاهم بواسطة مستحضرات كيميائية خاصة، كما اشتهروا بسبك المعادن وتحضير الملونات المختلفة وتصنيع الأواني الثمينة المختلفة.

أما اليونانيون القدماء فقد اهتموا بالنظريات العلمية أكثر من اهتمامهم بتطبيقات العلوم فكانوا أقرب إلى مفهوم الكيمياء النظرية اذا صح التعبير. اهتموا بطبيعة الأشياء فاعادوا أصلها إلى أربعة عناصر وكانت لهم من أصل ترابي، مائي، هوائي أو ناري. واهتموا بماهية المادة فحللوا طبيعتها وخرجت من بلادهم أولى الأصوات التي تفترض أن التقسيم المتتالي للمادة يوصلها إلى أصولها الذرية، وكانت كما ذكرنا سابقاً نظرية ديمقريطس الذرية.

وقد كانت الكيمياء مادة خصبة لخيال المشعوذين الذين أرادوا البحث عن طرق تحول المعادن إلى ذهب وفضة، فازدهرت في كل العالم القديم تقريباً أفكار تحلم بامكانية هذا التحويل. وقد بقيت هذه الأفكار التي عرفت بافكار الخيمياء مسيطرة حتى القرن السادس عشر.

العلماء العرب سجلوا نجاحات في علم الكيمياء في ظل الدولة الاسلامية (وتحديداً اثناء الخلافة العباسية). وقد اشتهرت بعض الأسماء في هذا المجال مثل اسم جابر بن حيان (721-815) الذي تمكن من الحصول على بعض

الحوامض ومن اجراء تفاعلات كيميائية تدخل فيها الحوامض. واشتهر اسم الرازي (865-925) الذي اعطى وصفاً لطريقة تحضير الجفصين وطريقة استعماله في تثبيت العظام التي تتعرض للكسر. وكان ابن سينا الكيميائي الوحيد في عصره الذي لم يعتقد بامكانية تحويل المعادن إلى ذهب.

الخيمياء لا يمكن تصنيفها علماً لأنها كانت تدخل في عملياتها القوى الخفية، وكان من مهمات هذه القوى تحويل المعادن إلى ذهب وفضة. لكن الخيمياء قد عبرت جزءاً من الطريق إلى الكيمياء العلمية، وكان الطريق طويلاً وعسيرا. فبعد " الكيمياء" التي كانت تبحث عن تحويل المعادن إلى ذهب جاء دور " الكيمياء" التي تبحث عن دواء " يشفي من كل الأمراض".

منذ القرن السابع عشر بدأت الكيمياء تتأثر بالثورة العلمية وهيمنة أفكار الميكانيكا وظهور الآلة التي تعمل بدفع الغاز. الخطوات العلمية والعملية الأولى نحو الكيمياء العلمية خطاها روبرت بويل (1627-1691) الذي كان يعمل مع نيوتن نفسه وكان متأثراً به بالطبع. ويعتبر بويل أول من حوّل الكيمياء إلى علم فقد أدخل مفهوم العنصر الكيميائي ووضع بداية التحليل في الكيمياء حيث أصبحت مهمة الكيمياء الرئيسية عبارة عن تحليل المركبات إلى عناصرها المكونة وسارت الأمور في هذا الاتجاه فعرف حتى نهاية القرن الثامن عشر 18 عنصراً كيميائياً، ما لبث العدد أن ارتفع إلى 49 في القرن التاسع عشر.

وقد حدد بويل مهمة الكيمياء كدراسة لخواص المواد وميّز بين اختلاط المواد بطريقة ميكانيكية وبين الاتحادات الكيميائية بين المواد التي تختفي بنتيجتها خصائص كل مادة لتظهر خواص المركب الجديد. وكانت النماذج الأولى للاتحادات الكيميائية عبارة عن اتحادات بسيطة دخلت فيها المعادن والأكاسيد.

وكما كان الضوء بحاجة إلى وسط ينقله عبر الفضاء حسب الفيزياء الكلاسيكية، التي ادخلت مفهوم " الأثير" كانت الأجسام القابلة للاشتعال

بحاجة إلى مادة تساعدها على هذا الاشتعال حسب الكيمياء الأولى المتأثرة بالفيزياء الكلاسيكية فأدخل جورج شتال (1660–1734) فكرة الفلوغستون.

منذ انتهاء عصر الخيمياء اشتهرت اسماء عديدة في تاريخ الكيمياء فكان الطبيب فان هيلمونت (1579–1644) أوّل من أولى اهتماماً للغازات الناتجة عن التفاعلات الكيميائية وبدأ بدراستها. وفي سنة 1643 برهن توريشللي (1608–1647) أن للهواء ضغطاً وهو ما يسمى بالضغط الجوي؛ أما اوتوهربك (1602–1686) فقد تأكد من ان للهواء وزناً. ووجد بويل علاقة بين ضغط الغاز وحجمه، وقد توصل إلى نفس النتيجة ماريوت (1630–1684) دون معرفة باكتشاف بويل. وقد فتحت هذه الأفكار والنظريات الباب واسعاً أمام دراسة الغازات وخصائصها وتركيبها ودراسة التفاعل الكيميائي بين الغازات. وكان من الأسماء البارزة في هذا المجال ستيفن غيلس (1677–1761)، جوزيف بريستلي (1733–1804)، الذي اكتشف الاوكسجين (اكتشفه بطريقة أخرى كارل شيلي ولافوازيه).

مع لافوازييه (1743–1794) انتقلت الكيمياء إلى الدراسة في الكم وليس فقط في النوع، فكان له دور حاسم في دراسة التفاعلات الكيميائية. وكان له دراسات عن الاتحاد الكيميائي اثناء عملية الاحتراق، وبرهن ان ثاني أوكسيد الكربون هو نتيجة لاتحاد الكربون مع الاوكسجين. ولأنه لاحظ ان وزن المواد المحترقة (في حالات الفوسفور والكبريت) يزداد، فقد استنتج ان ذلك ناتج عن اتحاد المواد المحترقة مع الأوكسجين. وفي ثمانينات القرن الثامن عشر توصل لافوازييه بمساعدة كافنديش (1731–1810) إلى اكتشاف الطبيعة الكيميائية للماء.

الكيمياء الذرية

كانت التصورات الذرية موجودة منذ الاغريق، كما رأينا، ومع ذلك فإن

النماذج التي كانت معروفة حتى أواسط القرن التاسع عشر لتركيب المادة، كانت أقرب إلى الأحلام منها إلى العلم؛ حيث كان العلماء يفتقدون إلى التجهيزات المخبرية التي تساعدهم على الغوص في عالم المواد الميكروية. وقد لعبت الكيمياء دور المفتاح العلمي إلى عالم الذرات والجزيئات.

ويعتبر جون دالتون (1766–1844) أباً للكيمياء الذرية، وهو الذي اشتهر أيضاً بقانونه عن نسب الأوزان في اتحادات الغازات. وقد اشتهرت في مجال الكيمياء الذرية أيضاً أسماء كثيرة منها غاي لوساك (1778–1850)، أفوغادرو (1776–1856) وبرسيليوس (1770– 1848) الذي نشر سنة 1826 جدولاً بالأوزان الذرية. ومما لاشك فيه ان اكتشاف ماندلييف (1834–1907) في سنة 1869 للجدول الذي يحمل اسمه والذي يصنف العناصر الكيميائية المختلفة، المعروف منها والذي كان ينتظر اكتشافه، كان له أثر بالغ في اكتشاف العلاقة بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر واكتشاف العلاقة فيما بين هذه العناصر.

وبعدما أدخل دالتون مفهوم "العنصر" في الكيمياء بدأت الكيمياء تعتمد على نظرية الكهرومغناطيسية حيث تطوّرت نظرية التحليل الكهربائي للسوائل على يد فارادي نفسه الذي صاغ قانونها سنة 1833.

المعارف الكيميائية وتطورها

تتميز الكيمياء عن غيرها من فروع العلم بأنها تنتمي إلى الحقل العلمي والى الحقل الانتاجي في نفس الوقت، فهي علم نظري وتطبيقي وهي حاضرة في مجال الانتاج لكي تحل المشاكل الصناعية وتؤمّن متطلباتها. وقد كانت الكيمياء ضرورية للإنسان ومنذ القدم حيث استعان بها وعلى مرّ العصور لاستخراج المعادن، السيراميك، الزجاج، الاسمنت، مواد الاحتراق، البلاستيك، الكاوتشوك، الخيوط التركيبية والأقمشة، العقاقير الطبية، الاسمدة

الكيماوية والمبيدات وغيرها الكثير. ومن الصعب أن نجد فرعاً من فروع العلم يضاهي الكيمياء في قدرتها على تحويل المواد. والمواد التي يتم الحصول عليها جاهزة من الطبيعة في شكلها الخام يتم تحويلها إلى مواد مصنعة لا تشبه نفسها في بعض الأحيان، وربما أصبحت جزءاً من مواد الزينة والتجميل بعد أن كانت مواد أولية لا يسر لرؤيتها النظر.

ولكي تقوم الكيمياء بهذه المهمة، أو بالأحرى لكي تجهزها من الناحية النظرية، لا بد لها من فهم طبيعة هذه المواد التي تتحول من شكل إلى آخر ولا بد من فهم طرق وأساليب تحويلها ودراسة طبيعة المواد المحولة. والطبيعة المقصودة هنا هي الطبيعة الكيميائية أو الخصائص الكيميائية. ولأن عدد المواد في الطبيعة كبير جداً كان من الطبيعي أن تكون مهمة الكيمياء واسعة جداً ومعقدة. وقد أضيف إلى المواد الأولية التي لا تحصى آلاف المركبات الجديدة (المركبات الصناعية) التي لم تكن معروفة من قبل مما زاد في مواضيع الكيمياء أكثر.

ان عملية استخراج المواد الطبيعية الخام وتحويلها إلى مواد مستخدمة في حضارة الإنسان كانت تتم بنفس الطريقة والأسلوب؛ فمنذ القرن الثامن عشر حققت الكيمياء ومعها الصناعة قفزات ما زالت تتكرر حتى اليوم. واذا كان بعض الفضل يعود إلى الثورة الصناعية في ذلك التطور فإن فضلاً كبيراً يعود إلى الكيمياء كعلم، فهي التي تدرس العناصر والجزيئات التي تتركب منها المواد، وهي التي تدرس تفاعل المواد ومستوى تنظيمها الكيميائي، وبعبارة أخرى فإن الكيمياء كعلم هي التي تدرس العوامل التي تؤثر على خصائص المادة.

من الصعب طبعاً أن نعدد المراحل التي مرت بها الكيمياء على مدى التاريخ، ولكي نسهل المهمة يمكننا أن نبدأ من المرحلة التي تحولت فيها إلى علم نظري. ففي المرحلة الأولى كان الاهتمام منصباً على دراسة تركيب المادة ثم انتقلت الكيمياء بعد ذلك إلى ما يعرف بالكيمياء التركيبية ثم إلى دراسة العمليات الكيميائية واخيراً إلى الكيمياء التطورية.

الطور الأول للمعارف الكيميائية

منذ أبحاث بويل صار معروفاً أن خصائص المادة ونوعيتها لا تكفي لتحديد طبيعة المواد حيث لا بد من معرفة العناصر الكيميائية التي تتركب منها هذا المواد. العناصر الأساسية (التي عرفت فيما بعد بالذرات) هي عناصر لا ترصدها حواسنا حسبما وصفها بويل وهذه العناصر تجتمع لتشكل ما نسميه اليوم جزيئات.

وهكذا فالمستوى الأول في الكيمياء العلمية امتد من أواسط القرن السابع عشر إلى أواسط القرن التاسع عشر وكان موضوعه دراسة العناصر الكيميائية، الاتحادات الكيميائية ومسألة تركيب مواد جديدة من العناصر الكيميائية المكتشفة.

كان لظهور مفهوم العنصر الكيميائي جذور تاريخية تمتد إلى عهد الاغريق، حيث بدأ الحديث عنه منذ بدأ الإنسان يتوق إلى معرفة العنصر الأولي في الطبيعة. أما الآن فقد أنجزت الكيمياء (بمساعدة الفيزياء) الكثير من مهمتها في دراسة العناصر الكيميائية فدرست حوالى المئة وعشرة عناصر اضافة إلى نظائرها (Isotopes) (أدخل مفهوم النظائر لأول مرة في الكيمياء العالم الانكليزي ف. صدّي. سنة 1910) ويتوقع الكيميائيون أن يصل عدد العناصر في جدول ماندلييف إلى 174 عنصراً كما يتوقعون أن تكون العناصر الأثقل (ما بعد الرقم 114) عناصر ثابتة.

وتولّت الكيمياء التحليلية دراسة تركيب المواد، وما زالت تمارس هذه المهمة حتى اليوم.

في بداية القرن التاسع عشر صاغ بروست قانوناً ينص على أنه أثناء الاتحادات الكيميائية يحفظ عدد الذرات دون تغيير وان الاتحاد الكيميائي يختلف عن خلط المواد أو مزجها. وقد حل قانون بروست المعطوف على قانون دالتون مسألة الاتحادات الكيميائية للمواد. إلا أن هذا الموضوع قد أصبح

أكثر تعقيداً مع دخول الأنظمة الكانطية التي تدرس دور الكترونات الذرات في الاتحادات الكيميائية.

وتقع على عاتق الكيمياء اليوم مسألة حل مشكلة التوازن في استعمال العناصر الكيميائية الموجودة على كوكب الأرض، والعناصر الأكثر انتشاراً ليست هي العناصر الأكثر استعمالاً من قبل الإنسان. الحديد مثلاً هو المعدن الذي يضعه الإنسان على رأس قائمة المعادن التي يستعملها مع أنه لا يشكل أكثر من 4.6 % من عناصر الأرض أما الألمينيوم الذي يشكل حوالى 8.8 % من عناصر الأرض فهو أقل استعمالاً من الحديد. والنحاس الذي يأتي ثانياً بعد الحديد من حيث احتياجاتنا اليه يقل مخزونه في الأرض بحوالى ال 2500 مرة عن مخزون الحديد .

الانتقال من كيمياء- علم العناصر إلى الكيمياء التركيبية كان بمبادرة دالتون الذي برهن أن كل مادة كيميائية هي عبارة عن مجموعة جزيئات مركبة من مجموعة ذرات. ومن ثم تطورت الكيمياء التركيبية وغاص العلماء في تفاصيلها؛ ولعل هذا الجزء من الكيمياء هو أكثر ما يتعلمه تلامذة المدارس في حقل الكيمياء.

ومع تطور الكيمياء في هذا المجال ظهرت امكانية تخليق المواد العضوية. وقد وصل بالفعل عدد الاتحادات العضوية نتيجة التمثيل العضوي في النصف الثاني من القرن التاسع عشر إلى مئات الآلاف، حيث ظهرت مختلف أنواع الملونات التي تستعمل في صناعة الأقمشة ومختلف العقاقير الطبية وغيرها.

في النصف الأول من القرن العشرين بدت الحاجة إلى استعمال الوقود الذي يحتوي على نسبة عالية من الأوكتان في المحركات؛ وكانت هناك حاجة أيضاً إلى وجود الكاوتشوك الاصطناعي والى البلاستيك والى البوليميرات التي تحتمل الحرارة العالية وغيرها. لذلك كانت الكيمياء بحاجة إلى اعتماد طرق جديدة تأخذ في الحسبان تغير خصائص المواد نتيجة تأثير الحرارة والضغط والعوامل الأخرى والى دراسة تأثيرها على سير العمليات الكيميائية وسرعتها.

وقد تم بالفعل الارتقاء بالكيمياء التركيبية إلى مستوى أعلى. وتشهد عمليات تخليق المواد الثمينة في الوقت الحاضر نشاطاً واسعاً وغزارة في الانتاج نذكر منها على سبيل المثال عملية تخليق أطنان من حمض الاسكوربيك، أي الفيتامين C كل عام.

تخليق المواد الجديدة

واذا كان اعتماد الإنسان في الماضي يتركز على المواد الخام والسهلة الاستخراج ويكتفي بها فإن من واجبات الكيمياء العلمية الحديثة اكتشاف واستخراج وتحضير المواد الجديدة التي تناسب صناعات العصر واحتياجات المدنية الحديثة. وبالفعل فقد نجحت الكيمياء في تعديل وتحسين نوعية المواد الخام وانتاج مواد ومركبات لم تكن معروفة من قبل.

في البداية اعتمد الإنسان على الحجر ثم بدأ بتصنيع المعادن (قبل حوالى سبعة آلاف سنة) ثم بدأ باستعمال الحديد تحديداً قبل حوالى الألفي عام. وهو اليوم يستخرج سنوياً حوالى الستماية مليون طن سنوياً من المعادن المختلفة بمعدل (حوالى المئة كلغ لكل فرد).

وكما رأينا في الفصول السابقة فإن صناعة الزجاج كانت معروفة في أولى الحضارات لكن الزجاج الذي انتجته تلك الصناعة كان ضعيفاً وسريع العطب.

لقد نجحت الكيمياء في تفجير ما يمكن وصفه بالثورة الصناعية في حقل الصناعات الكيميائية. فإضافة إلى الصناعات المعدنية تم تصنيع نسبة كبيرة من النفايات البترولية

(أكثر من 30 %) وتم استحداث مئات المركبات الجديدة التي لم تكن معروفة من قبل في لائحة المواد الموجودة على كوكب الأرض. وتم إدخال هذه المواد في الصناعات الحديثة، ودخلت منتوجاتها إلى كل بيت دون استثناء.

في صناعات الزجاج يتم حالياً انتاج عشرات آلاف الأدوات الزجاجية وقد تطورت هذه الصناعات بعد دراسة الزجاج وتعديل مواصفاته، حيث تم انتاج

أنواع صلبة منه، بينها أنواع لا يخترقها الرصاص؛ كما تم انتاج أنواع مقاومة للحرارة، منها ما يحتمل درجات حرارة تصل إلى الألف درجة مئوية. وكذلك كان الأمر في صناعة المواد البلاستيكية التي تزداد عملية تطويعها لتصبح أكثر صلابة حيث تقتضي الحاجة، وأكثر طراوة حيث يتطلب الأمر ذلك.

وقد تم حديثاً انتاج أنواع من الزجاج لها مواصفات انصاف الموصلات للكهرباء.

وفي صناعة السيراميك ومواد البناء الأخرى التي يتم انتاج حوالى الستماية مليون طن منها سنوياً، نجحت الكيمياء في إدخال تعديلات جوهرية وهامة على نوعية هذه المواد لتصبح أكثر صلابة وأكثر تحملاً للحرارة والصدمات.

وفي القرن العشرين ظهرت إلى جانب المواد الطبيعية والتقليدية مواد مصنعة جديدة لم تكن معروفة من قبل هي البوليميرات والمواد التركيبية السنتيكية التي تدخل في تركيبها الجزيئات الكبيرة. وصارت هذه المواد من المكونات الرئيسية للصناعات الكيميائية الحديثة التي تدخل منتوجاتها إلى كل البيوت على شكل مواد بلاستيكية، ادوات مطبخية، مفروشات، أدوات زينة، أقمشة، مواد دهان، مواد لاصقة وغيرها...

أما المواد العضوية التي تتمحور حول عنصر الكربون (وهو الثالث عشر من حيث الانتشار على كوكب الأرض)، والتي تعتبر حيوية بالنسبة لجميع الكائنات الحية، فقد دخلت الكيمياء في تحويلاتها على نطاق واسع. وتشكل المواد النفطية حوالى التسعين بالماية من الاتحادات العضوية التي تعرفها صناعتنا اليوم.

ولأن مخزون النفط العالمي قد لا يكفي حتى منتصف القرن الحادي والعشرين (مخزون الغاز الطبيعي قد يكفي حتى سنة 2080) فإن الانظار الآن تتجه نحو استخراج الفحم على نطاق واسع في المستقبل لكي يحل محل البترول. ولأن مخزون الفحم لن يصمد طويلاً فإن من مهمات الكيمياء البحث عن طرق جديدة لانتاج المواد العضوية التي لا غنى عنها.

الكيمياء الفيزيائية

وأيضاً تحت تأثير الحاجة الاقتصادية تم تطوير الكيمياء، من علم العناصر وصولاً إلى علم عمليات تحويل المادة، وتمت دراسة آليات هذا التحويل. وكان لا بد من دراسة الخصائص الفيزيائية للمواد التي تدخل في العمليات الكيميائية (على مستوى الديناميكا الحرارية في بداية الأمر، ثم على مستوى الفيزياء الكانطية فيما بعد).

وقد كان لدراسة المادة الحفّازة (catalyst) صدى طيب في الكيمياء النظرية والكيمياء الصناعية على السواء، سيما وان تصنيع الكثير من المواد الغذائية بحاجة إلى وجود المادة الحفّازة.

وفي النصف الثاني من القرن العشرين تطورت فروع جديدة في الكيمياء مثل الكيمياء الاشعاعية التي تدرس تحولات المادة نتيجة تعرضها للاشعاعات المؤيّنة؛ فمادة الاسمنت على سبيل المثال تزداد صلابة وتصبح مانعة للنش عندما تتعرض لكمية من الاشعاعات المؤينة.

ومن الفروع الجديدة أيضاً كيمياء الضغط العالي (بمقدار يفوق المئة ضعف من الضغط الجوي) وكيمياء الضغط العالي جداً (أكثر من ألف ضعف من الضغط الجوي).

ومن الفروع الجديدة ذات الأهمية الصناعية كيمياء البلازما.

الكيمياء التطورية

ان التطور المتتالي للعلوم الذي قاد إلى كشف اسرار تركيب الذرة والى فهم تركيب الخلية الحية فتح المجال أمام الكيمياء لكشف الأسرار الكيميائية للخلية الحية، فذهب الكيميائيون إلى دراسة العمليات الكيميائية التي تجري داخل الأنسجة الحية، والى دراسة التفاعلات الكيميائية خلال العمليات البيولوجية.

والجدير بالذكر أن عمليات كيميائية (أو ذات طابع كيميائي) لا تحصى تجري داخل الاجسام الحية كل يوم بل كل لحظة. وقد انتبه الكيميائيون إلى أن عمليات تبادل المواد داخل الجسم هي عمليات كيميائية تماماً كما هي حال عمليات تفكك المواد الغذائية داخل الجسم وتحولها إلى طاقة.

وتمكنت الكيمياء فعلاً من تسجيل اكتشافات كبيرة جداً في الأجسام الحية حيث يعود لها الفضل في كشف دور الكلوروفيل في التمثيل الضوئي ودور هيموغلوبين الدم في عملية التنفس.

وقد تم اكتشاف الطبيعة الكيميائية لتبادل الإشارات العصبية (الى جانب الطبيعة الفيزيائية). وتم بواسطة الكيمياء أيضاً اكتشاف تركيبة الأحماض النووية.

والأهم من ذلك أن معظم تفسيرات علم البيولوجيا للعمليات التي تجري داخل الجسم تستعمل لغة الكيمياء، اضافة إلى أن الآلية الكيميائية حاضرة في كل هذه العمليات.

ولما كانت كل هذه المعطيات بتصرف الكيمياء فقد كان من الطبيعي أن تنضج الظروف لكي تخطو الكيمياء خطوة نحو الأرقى. وقد ظهرت فعلاً طريقة جديدة تمثلت باكتشاف وانتاج مواد ذات تنظيم ذاتي للعمليات الكيميائية. من هذه المواد تلك التي تنتج بذاتها المحفزات التي تساعد على تسيير العمليات الكيميائية. وكأن الكيمياء بذلك تعيد تجربة الطبيعة مع الكائنات الحية.

وظهرت الكيمياء التطورية لتشكل مستوى أعلى في تطور المعارف الكيميائية. هذه الكيمياء تعالج عمليات تخليق الاتحادات الكيميائية الجديدة الأكثر تعقيداً، بدون تدخل الإنسان. بعض هذه العمليات كان يستعملها أجدادنا بطريقة عفوية أثناء تحضير العجين وأثناء تحضير اللبن من الحليب، كان ذلك عبارة عن استعمال الخميرة، فالخميرة من المواد التي تساعد على التشكل الذاتي للمواد المحفزة. وقد ذهبت الكيمياء التطورية نحو البيولوجيا فنشأ فرع جديد هو الكيمياء البيولوجية (أو البيوكيمياء) يدرس، بشكل رئيسي، عمليات

تبادل المواد والعمليات الكيميائية الأخرى داخل الأجسام الحية. وبعد ولادة الكيمياء التطورية في ستينات القرن العشرين اندفعت الكيمياء بسرعة نحو مشاركة البيولوجيا في البحث عن نشوء الكائنات الحية وتطورها. وسوف نترك الحديث عن هذه النشاطات إلى مناسبة أخرى.

الفصل السادس

لمحة عن مفاهيم البيولوجيا ومقولاتها

علم الأحياء، أو البيولوجيا، يدرس أنواع الأحياء المختلفة، ويدرس تفاعلات الاحياء مع بعضها البعض وتفاعلاتها مع محيطها. مصطلح التسمية اقترحه جان لامارك (1744-1829) الذي وضع أول لوحة لتطور الأحياء.

لمحة تاريخية

إذا كانت التسمية حديثة نسبياً فإن علم الأحياء قد بدأ بممارسة نشاطه منذ القدم، حيث بدأ الإنسان ومنذ أقدم العصور بالحصول على معلومات في مجال البيولوجيا، خاصة المعلومات عن جسم الإنسان وسبل معالجته أثناء المرض. لكن إنسان العصور الغابرة كان أضعف من أن يفهم آلية عمل الأجسام الحية. ولما كانت المعلومات "العلمية" المختلفة تجمع في قديم الزمان لتطوير وسائل الانتاج ولتحسين حياة الجماعات الحاكمة، فقد كانت دراسة الطب تهدف إلى الاهتمام باجسام الملوك وحمايتها من الموت والمرض. وقد نجح القدماء، ومنذ أيام المصريين، في تحنيط أجسام ملوكهم. وكما تشير شرائع حمورابي (قبل حوالى الأربعة آلاف عام) فإنه كان لدى أطباء بابل معارف طبية عملية، بما فيها معارف في مجال تأثير الدواء على جسم الإنسان. لكن الطب كان

مختلطاً يومذاك بالشعوذة، والمعارف الطبية كانت مغمورة بالأساطير في مصر وبابل وأيضاً في بلاد الاغريق.

وكما كانت تخضع كل العلوم لمنطق السببية في تفسير القوانين التي تحكم الوجود فإن علم البيولوجيا لم يكن معفياً من هذا المنطق، خاصة في بلاد اليونان. وقد انتعشت البيولوجيا مع ابيقراط الذي عرف بأبي الطب اليوناني. وكان أول من أعطى تعريفاً للجسم السليم والجسم المريض. وبلغت البيولوجيا حدها الأقصى في العصر الاغريقي مع أرسطو الذي كان له، كما ذكرنا في صفحات سابقة، اسهامات واسعة في تصنيف الحيوانات والنباتات. ويعتبر أرسطو مؤسس علم الحيوان، كما كان تلميذه تيوفرست مؤسس علم النبات.

وكان لابن سينا اسهامات كبيرة في صياغة النظريات الطبيعية وكتابتها، وقد كان لكتابه " القانون" انتشار في أوروبا، وتأثير على علمائها فيما بعد.

الثورة الأولى في علم الأحياء بدأت في سنة 1543 بعد نشر عالم التشريح البلجيكي اندرياس فيزالي كتابه " عن تركيب جسم الإنسان". وبدأت منذ ذلك الحين حقبة جديدة في تاريخ البيولوجيا. وبعد ذلك توالت الدراسات والأفكار الجريئة والنظريات؛ فازدهرت التفسيرات التي تناولت الدورة الدموية في الجسم وعمل القلب والشرايين، وغير ذلك... لكن رؤية ديكارت الميكانيكية لجسم الإنسان ظلت مسيطرة على الأفكار التي ظهرت في دراسة كل الأجسام.

كيمياء الأجسام الحية، التي أصبحت بيت قصيد في مرحلة لاحقة، درسها في طبعتها الأولى يان هلمونت (1577-1644).

وكما كان لتلسكوب غاليليه دوره الهام في تغيير نظرة الإنسان إلى الكواكب والنجوم ونظرة المجتمع العلمي إلى الفيزياء بشكل عام، فقد كان للميكروسكوب دوره الثوري الهام في تاريخ البيولوجيا ودراسة الأحياء - ابتدأ ذلك من أواسط القرن السابع عشر. وكان ذلك من الطبيعي جداً فكما ان الاجرام السماوية " الماكروية" تحتاج إلى تلسكوبات فإن مكونات الأجسام

الحية "الميكروية" تحتاج إلى ميكروسكوبات، وقد ساعدت الميكروسكوبات الباحثين على تظهير الفرق الجوهري بين المادة الحية والمادة غير الحية.

وكان القرن الثامن عشر قرن التصنيف للكائنات الحية ودراسة الأنواع فتأسس في هذا القرن علم التصنيف (Taxonomy). وازدهرت الأفكار عن وجود الأنواع وتصنيفها، مما قاد إلى التفكير في امكانية التطور، أي الانتقال من نوع إلى آخر. فازدهرت فكرة التطور في القرن التاسع عشر واعترف بها حتى ذوو الأفكار المحافظة امثال ليني.

وفي القرن الثامن عشر بدا الاهتمام بالمسائل الجيولوجية والانتروبولوجية مثل مسألة أصل الأرض وغيرها. وبدأت دراسة بقايا الحيوانات المتحجرة وظهر ما يعرف بعلم التشريح المقارن.

في سنة 1774 اكتشف الكيميائي جوزف بريستلي (1733–1804) غاز الأوكسجين وتحدث عن امكانية تنشقه. وبعد ذلك تم التعرف إلى دور النباتات في رفع نسبة الأوكسجين في الغلاف الجوي وفي امتصاص غاز الكربون منه. وبعد ذلك طور لافوازييه نظرية الاحتراق فأبرز كونها نتيجة لاتحاد المواد المحترقة مع الأوكسجين. وقد افترض لافوازييه نفسه أن عملية التنفس هي شكل من أشكال الاحتراق.

في البداية كان حماس الإنسان لدراسة البيولوجيا نابعاً من حماسه لفهم الطب وتطويره. وقد لعب الطب فعلاً دور الحافز القوي لفتح اسرار علوم الأحياء، وكان دافعاً ومبرراً لصرف الأموال على الأبحاث في هذا المجال.

وقد كان لظهور الأمراض المعدية وانتشارها على شكل أوبئة في القرن الثامن عشر وبعده (مرض الحصبة خاصة) أثر كبير في فهم الميكروبات والبكتيريا والكائنات الميكروية. ففي سنة 1796 أدخل الطبيب أدوارد جنّر (1749–1823) فكرة التلقيح ضد مرض الحصبة بغية تقوية المناعة في الجسم. وبعد ذلك كانت أبحاث باستور (1822 - 1895) الذي درس وطور نظرية

الميكروبات، وأعد اللقاحات ضد الكوليرا وغيرها من الأمراض، وأدخل (مع آخرين) مفهوم التعقيم.

واستعمل الجراح جوزيف ليستر (1827–1912) لأول مرة مادة التخدير في جسم الإنسان. وكان ليستر أول من آمن بضرورة التعقيم والتطهير في غرفة العمليات معتمداً بذلك على نظرية باستور.

وفي سنة 1872 ولد علم البكتيريا على يد يوليوس كون (1828–1898) الذي نال ثقة غالبية العاملين في حقل الطب قبيل نهاية القرن التاسع عشر.

وفي القرن التاسع عشر تم احياء فكرة ابيقراط عن الغذاء، وجرى تطويرها طبعاً، فاجريت الدراسات عن مكونات الطعام. جاء ذلك بعد وضع مصطلح الطاقة واكتشاف قانون حفظ الطاقة من قبل مايور وجول وهلمهولتز وكان مايور، كما ذكرنا سابقاً، أول من افترض أن الأرض تتلقى طاقتها من اشعاعات الشمس ودفئها، كما تفعل النباتات؛ أما الحيوانات فتتلقى الطاقة من طاقة الأرض، على شكل مواد غذائية.

وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر تم التأكد من أن قانون حفظ الطاقة يصلح في مجال الكائنات الحية كما يصلح في مجال الكائنات غير الحية.

وفي القرن التاسع عشر أيضاً جرى تصنيف المواد العضوية بواسطة وليم بروت إلى ثلاث مجموعات هي الهيدروكربونات، الدهون والبروتينات (كل هذه المجموعات تدخل في غذاء الإنسان).

منذ القرن السابع عشر نوّه هول إلى أن الجزء الأصغر، أو الجزء المكون في الأنسجة هو الخلية، حسب تسميته. وفي سنة 1838 قرر عالم البيولوجيا ماتياس شليدن (1804–1881) ان الخلايا موجودة في كل أنسجة النباتات. وبعد ذلك بعام، أي في سنة 1839 تابع عالم الفيزيولوجيا تيودور شفان الفكرة وعمّمها على الأنسجة الحيوانية وأصبح مفهوم الخلية بعد ذلك مفهوماً عاماً. لذلك يعتبر شليدن وشفان مؤسسي علم الخلايا (Cytology).

كان جان لامارك، كما ذكرنا في بداية هذا الفصل، واضع أول لوحة لتطور الأحياء. وقد جاءت خطوته هذه في منتهى الشجاعة لأنها كانت تعارض الايديولوجيات المسيطرة في ذلك الزمن. كان يؤمن بأن من أسباب تغير الأنواع تأثير قوى الطبيعة على أجسام الكائنات الحية؛ فالأعضاء التي لا تحتاجها الأحياء ما تلبث أن تضمحل رويداً رويدا؛ وهناك أعضاء أخرى تعدلها الطبيعة تبعاً لضرورات الحياة. وقد نشرت أفكار لامارك في مؤلفيه: "الهيدروجيولوجيا" الصادر عام 1802، و"فلسفة علم الحيوان" الصادر عام 1809. ويعتبر لامارك مؤسس نظرية التطور في علم الحياة. وفي مواجهة نظرية التطور المتواصل التي أدخلها لامارك جاءت نظرية " الكوارث" التي وضعها جورج كيوفي (1769-1832) وعارض فيها فكرة التطور.

التطوير الأهم في نظرية التطور صاغه شارل داروين (1809-1882) الذي تأثر بنظريات ليل ومالتوس، خاصة بقانون الصراع من أجل البقاء فعممه على الكائنات الحية. أما آلية التطور العلمية فحددها داروين بالانتقاء الطبيعي في الصراع من أجل الوجود. ففي عملية الانتقاء الطبيعي تؤثر التغيرات في شروط العيش (مثل الغذاء والدفء والضوء) على قابلية التكاثر. والتطور حسب داروين عملية بطيئة فهو يعتبر أن الطبيعة لا تستعجل القفزات، وقد حال ذلك دون تفسير مجموعة من خصوصيات انتشار الأنواع على الكرة الأرضية.

وعملية الصراع حسب داروين يمكن أن تكون داخل النوع، أو بين الأنواع المختلفة، أو بينها وبين الظروف المحيطة. وفي نفس الوقت الذي توصل فيه داروين إلى استنتاجاته ونظرياته توصل إلى نفس النتائج ألفرد ويللس وبعث بها إلى داروين نفسه. وفي سنة 1858 نشرت نتائج كل منهما في احدى المجلات العلمية. ونشر بعد ذلك داروين نظريته في كتاب "أصل الأنواع" الذي أصبح فيما بعد الأكثر شعبية في العالم. لكن نظرية داروين لم تجد قبولاً تاماً وسريعاً، فسرعان ما ظهر المعترضون، وان من منطلقات مختلفة. وقد امتد

النقاش طويلاً قبل أن تصبح نظرية التطور (خاصة عند الإنسان) نظرية معترفاً بها، بل نظرية سائدة وتدرس في كل الجامعات.

الثغرة في نظرية داروين كانت تكمن في عدم فهم آلية التوارث من جيل إلى جيل. إلا أن هذه المشكلة قد وجدت حلها في علم الوراثة فيما بعد. ففي سنة 1856 اكتشف غريغور منديل (1833–1884) وجود عوامل وراثية خاصة. وقد تم الاعتراف بوجود المؤشرات الوراثية سنة 1900. أما مصطلح وراثة فقد وصفه عالم البيولوجيا وليم بتسون (1861–1926) سنة 1905.

في ثلاثينات القرن العشرين تم اكتشاف دور الـ (DNA) في نقل المعلومات الوراثية. وفي الخمسينات تم اكتشاف تركيبة الجينات، واكتشاف الآلية الذرية للعمليات الجينية.

في سنة 1902 قسم كارل لاندشتيز دم الإنسان إلى أربع مجموعات. وفي سنة 1904 تم اكتشاف الهرمونات.

على امتداد القرن العشرين تتابعت الدراسات المعمقة عن خصائص الجهاز العصبي. وفي القرن العشرين ازدهرت البيولوجيا الجزيئية (Molecular Biology)، والكيمياء البيولوجية و... وتكشفت أسرار الفيروسات و... لكن الأهم كان تطور علم الجينات الذي توصل إلى رسم الخريطة الوراثية للإنسان في أوائل القرن الحادي والعشرين.

البيولوجيا والمهمات العصرية

رغم تاريخها الغني والطويل ورغم الاكتشافات العديدة والمتنوعة في فروعها، ما زالت البيولوجيا تتخلف عن علمي الفيزياء والكيمياء حيث ما زالت تفتقر إلى رسم اللوحة العلمية للعالم من وجهة نظرها. فإذا كانت الفيزياء مثلاً قد وجدت القوة المسيطرة في كل الكون ودرست تأثيرها ودورها في توازن موجودات هذا الكون وأعطت أرقاماً وتواريخ لبداية الكون وولادة النجوم

وفنائها (بغض النظر عن مدى دقة هذه الأرقام)، واكتشفت القوانين العامة التي تتحرك على أساسها المادة الجامدة المختلفة الأبعاد من الميكرو إلى الماكرو، نجد في المقابل أن علم الكائنات الحية مازال عاجزاً عن اعطاء جواب عن سؤال من أين أتت وإلى أين تذهب هذه الكائنات موضوع البحث، وعاجزاً أيضاً عن اعطاء تفسير مقنع ومتكامل عن علاقة المادة الحية بالكون، وعن أدوارها المحتملة .

واذا كانت الكيمياء قد تمكنت من تخليق آلاف المواد أو المركبات الكيميائية الجديدة، فإن البيولوجيا بالمقابل ما زالت عاجزة عن تخليق حمض نووي واحد لأحد الكائنات الموجودة على الأرض مع أن تركيبها قد أصبح معروفاً.

هناك أسباب تخفيفية كثيرة طبعاً منها أن البيولوجيا تعتمد بشكل أساسي على الفيزياء والكيمياء ولا يمكنها أن تتخطاهما، لذلك كان من الطبيعي أن تاخذ بعض الوقت بعد تحقيق النجاحات النووية في الفرعين المذكورين لكي تحقق البيولوجيا ثورتها التي بدأت فعلاً. والى جانب الأسباب العلمية هذه كانت هناك دائماً أسباب معيقة أخرى لها علاقة بالارث الثقافي العقائدي الذي لم يكن من السهل تجاوزه. ورغم كل ذلك فإن اللوحة العلمية للكون الخاصة بالبيولوجيا، وان تكن لم تكتمل بعد فإن اطارها قد أصبح في مرحلة الرسم والتظهير.

يمكننا حالياً رصد ثلاثة مستويات أو نماذج رئيسية في البيولوجيا هي: البيولوجيا الطبيعية، البيولوجيا الفيزيائية- الكيميائية والبيولوجيا التطورية. هذه النماذج التي تمايزت من حيث محتواها عبر التاريخ كانت تحمل في أغلب الأحيان نفس الهدف ألا وهو كشف جوهر الحياة وتمظهرها بهدف فهمها والعمل عليها (ولها أيضاً). ويؤمل أن تتحد قريباً هذه النماذج الثلاثة في فرع واحد هو البيولوجيا النظرية.

البيولوجيا الطبيعية ظهرت منذ القدم وكانت مهمتها الرئيسية دراسة الطبيعة

كما هي عن طريق المراقبة والوصف ووضع الظواهر في أنظمة. وقد انطلقت أول محاولة لتصنيف الحيوانات والنباتات على يد أرسطو قبل أكثر من ألفي عام. أما الخطوة الكبيرة التالية فقد خطاها كارل لينبي سنة 1758 عندما نشر تصنيفه تحت عنوان " نظام الطبيعة".

البيولوجيا الطبيعية كانت ضرورية طبعاً فهي المدخل الإجباري إلى علوم الحياة لمن يريد دخولها وهي المادة الميسرة قبل تطور فروع العلم الأخرى. لكن كل علم بحاجة إلى فهم ودراسة آليات العمليات التي تجري في الطبيعة، لأن الوصف لوحده لا يكفي. فالبيولوجيا بحاجة إلى دراسة كل العمليات التي تجري على مختلف مستويات الأجسام الحية. لذلك تطورت فروع جديدة مثل علم التشريح وعلم الفيزيولوجيا وغيرهما، وكان ذلك أيضاً في التاريخ اليوناني القديم وتحديداً أثناء حياة ابيقراط الذي لعب دوراً مميزاً (مع مدرسته). وهو أول من نادى، في بلاد الاغريق، بضرورة أن يعتمد العلم على الملاحظات العقلية وحدها. وهناك من يعتقد بأن الطب العلمي بدأ مع نظريات أبيقراط.

وشهدت البيولوجيا تطوراً هاماً مع استعمال الميكروسكوب، كما ذكرنا، ودخلت التجربة العلمية بشكل مقرر مع عملية التهجين. وكانت الخطوة الهامة في العصر الحديث هي البدء بالاعتماد على فرعي الفيزياء والكيمياء، مما ساعد على دراسة الأجسام الحية على المستوى الجزيئي (molecular).

الكيمياء تعتمد على الفيزياء، والبيولوجيا تعتمد على الكيمياء وعلى الفيزياء، انه تعاضد الفروع الرئيسية في العلم الحديث. واذا كانت فلسفة علوم الحياة لا تكفي لتفسير الواقع الحيوي على الأرض فلا بأس من أستعمال مقولات الفروع الأخرى. وقد أصبح لهذه الفروع مساهماتها الجوهرية في مجال يتسع لكل فروع المعرفة. الكيمياء تنظر إلى الأجسام الحية على أنها أنظمة مفتوحة تتبادل مع محيطها، وبشكل دائم، المواد والطاقة. فمع الطعام وكل أشكال الغذاء تدخل إلى الأجسام الحية كميات من المركبات العضوية

والمعدنية، وتشارك هذه المركبات في التفاعلات البيوكيميائية داخل الأجسام الحية.

ونتيجة تعاون وتفاعل البيولوجيا مع الكيمياء ظهر فرع البيوكيمياء فكان له اسهامات كبيرة في عدة مجالات، منها تفسير عملية انتقال الطاقة إلى الخلايا، فك رموز عملية الأيض، توضيح دور الأحماض النووية ووضع أسس علم الوراثة. وقد صار للبيوكيمياء دور واضح في الطب والصيدلة والزراعة، وما زال هذا الدور ينمو بشكل مضطرد.

وفي سنة 1950 تأسس فرع جديد آخر هو فرع البيوفيزياء، فالفيزياء، كما رأينا، قد ذهبت بعيداً في حقل الجسيمات الأولية. وقد تمكنت البيوفيزياء فعلاً من شرح آلية عمل العضلات، كما تمكنت من تفسير انتقال الاشارات في الجهاز العصبي، وتمكنت أيضاً من كشف أسرار التمثيل الضوئي ودور الخمائر كمواد حفازة.

النموذج الثالث في علم الأحياء هو البيولوجيا التطورية، ويلخصها العامة بمصطلح " نظرية التطور" أو " نظرية داروين". ونظرية التطور من أكثر النظريات التي شهدت جدلاً واعتراضاً في تاريخ البيولوجيا. وقد شاءت الصدف أن يكون الاعتراض من اتجاهين مختلفين بل ومتصادمين في كثير من الأحيان، فقد اعترضت على نظرية التطور، من جهة، الأديان السماوية احتجاجاً على ارجاع داروين أصل الإنسان إلى نفس أصول بعض فصائل القرود، ما يناقض رأي الأديان في مسألة خلق الإنسان (ولسنا هنا في صدد التوسع في شرح الآيات الكريمة ولا في صدد الدفاع عن نظرية ارجاع الإنسان إلى أصول لم يثبتها العلم، نظرية أوجدت لنفسها معسكراً كبيراً من المناهضين). الجهة الثانية التي تولت الاعتراض على نظرية التطور ككل (وليس على نظرية أصل الإنسان وحسب) هي العلوم الكلاسيكية نفسها، لأن النظرية الكلاسيكية التي تؤمن بالحتمية الميكانيكية والسببية الميكانيكية، لا تتسع لنظرية تطورية تتبع جدلية خاصة خارج الآلية الميكانيكية.

الحديث عن تطور الكائنات الحية بدأ منذ أيام الاغريق حيث اعتبر امبيدوكل أن ظهور الأجسام المعقدة ناتج عن اتحاد أو التحام مجموعة من الأجسام الأقل تعقيداً، وقد جرى هذا الالتحام حسب رأيه في المحيط. كما رأى امبيدوكل أن الانتقاء قد جرى في مرحلة مبكرة حيث أن الكائنات القادرة على الحياة قد استمرت، أما الكائنات غير القادرة على الحياة فقد اضمحلت.

أما أرسطو فقد وضع تصنيفاً للحيوانات والنباتات، كما ذكرنا، ورسم في تصنيفه سلّماً يميز هذه الكائنات من حيث رقيها. فالتصنيف يسير من الأدنى، أي من النباتات، نحو الأعلى، أي الحيوانات.

في عصر التنوير وبدايات الفيزياء الكلاسيكية غاب الحديث عن نظرية التطور تماماً، إلا أنه تجدد في النصف الثاني من القرن الثامن عشر على يد بوفون وغيره. لكن الحديث في تلك الفترة لم يجر عن حالات تطور بل عن عمليات تحول، أي انتقال، وعن تقارب بين بعض الأنواع.

أما الانتقال من فكرة التحول إلى فكرة التطور فقد جرى ترسيمه في كتاب لامارك " فلسفة علم الحيوان" سنة 1809. ففي هذا الكتاب تحدث لامارك عن تأثير الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحية على أجسامها، وتحدث عن دوره في تغييرها. وقد أثار لامارك حفيظة العلوم الكلاسيكية التي كانت ايديولوجيتها سائدة في ذلك الوقت لأنه تحدث عن سعي العالم العضوي نحو الكمال مستعيناً بذلك بالأفكار الدينية.

أما نظرية الكوارث فكانت تعيد سبب تغير الأنواع إلى تلك الكوارث التي حلت بالأرض فغيرت تضاريسها، وغيرت بعض الكائنات.

الثورة الحقيقية في نظرية التطور قادها داروين سنة 1859 عند ظهور كتابه " ظهور الأنواع عن طريق الانتقاء الطبيعي". وهكذا ظهرت فكرة الانتقاء الطبيعي والصراع من أجل البقاء، وعلى أساسها ولدت نظرية التطور لداروين.

أما نظريات التطور التخليقي التي ظهرت في عشرينات القرن الماضي فكانت عبارة عن تزاوج الداروينية مع علم الوراثة.

وخلال القرن العشرين تم تدعيم نظرية التطور بمعطيات الفروع البيولوجية المختلفة، خاصة فرعي علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية.

وبما أننا لا نتابع هنا الاكتشافات العلمية، بل نذكر بعض الأفكار المفصلية في تاريخها، فسوف نحاول الخروج من هذه الفقرة بعد أن نذكر بان فروع البيولوجيا المختلفة قد ذهبت بعيداً في دراسة الخلايا والأحماض النووية والخريطة الوراثية فعدّلت عشرات الأنواع من الحيوانات والنباتات وقبضت على مفتاح مختبر الاستنساخ وما تزال نجاحاتها تتوالى بشكل مضطرد. أما على صعيد التفكير العام فإن فكرتين ما زالتا تتجاذبان انحياز علماء البيولوجيا هما فكرة التفصيل، أي التركيز على العمليات الكيميائية والفيزيائية داخل الأجسام الحية، وفكرة التعميم أي التركيز على المسائل الشمولية مثل مسألة ظهور الحياة وتطورها وماشابه ذلك.

الفصل السابع

النظريات الجديدة في علم الكون

نقصد هنا بعلم الكون مجموعة النظريات الفلكية عن بنية الكون ومجراته وعن دينامية التغيرات التي تحدث فيه، ومجموعة النظريات الفيزيائية التي تدرس تركيب النجوم وبقية الاجرام السماوية (Cosmology). كما نقصد النظريات التي تتناول نشأة الكون، تطوره ومصيره (Cosmogony). والمقصود هنا بعض التوصيف وليس المقصود التعريف العلمي الدقيق.

لقد كانت نظرة الإنسان إلى الكون وما زالت الحلقة الأقرب إلى الفلسفة بين حلقات المعارف العلمية لأن البت فيها غير مدعم بالتجربة الملموسة نظراً لبعد المادة الفلكية عن حواسنا وعن مختبراتنا ونظراً للتداخل التاريخي لهذا الموضوع مع ثقافة الشعوب وارثها العاطفي والوجداني، والى علاقتها بالتعاليم الدينية إلى حد ما، أو بالأحرى بفهمنا وتفسيرنا للتعاليم الدينية.

ان أولى الأفكار التي حفظت ووصلتنا عن تفسير الكون كانت تلك التفسيرات الميثالوجية، وقد أتينا على ذكرها في الفصول الماضية. وقد بقيت هذه الأفكار والتفسيرات مسيطرة حتى ظهور الفلسفة التي تعاونت مع العلم لازاحة التفسيرات الميثالوجية عن الصدارة.

النظريات الفلسفية التي تعاطت مع موضوع الكون ظهرت في بلاد الاغريق

واحتلت مساحة في الجدل الذي كان قائماً. وقد برزت في بلاد اليونان عدة نماذج للكون كان أشهرها تلك التي اقترحها فيثاغور، ديمقريطس وأفلاطون. لقد ظهرت في بلاد اليونان القديمة أفكار متقدمة وبعيدة النظر لكن الذي صمد وسيطر لم يكن أصلحها، وتلك سنّة من سنن حضارة العالم القديم؛ لقد تحدث هيرقليطس مثلاً عن دوران الأرض حول نفسها، ودورانها حول الشمس. وتحدث اريستراخ ساموسكي عن دوران الأرض، في محور مركزه الشمس. لكن هذه الأفكار ربما كانت سابقة لأوانها فلم تعترف بها غالبية الفلاسفة يومذاك فأسدل عليها الستار لكي تسود نظرية أرسطو وأفلاطون عن نموذج تدور فيه الشمس حول الأرض، فظل هذا النموذج مسيطراً لأكثر من خمسة عشر قرناً من الزمن.

الثورة الأولى في علم الكون بدأت مع كوبرنيك الذي أعاد، كما ذكرنا سابقاً، مركز المجموعة الشمسية إلى الشمس نفسها. ورغم معارضة الإيديولوجية السائدة في ذلك الزمن لنظرية كوبرنيك فإن العلوم الكلاسيكية، التي بدأت منذ ذلك الوقت بالتموضع والسيطرة، قد ثبتت نظرية كوبرنيك التي تلقفها غاليليه وزاد عليها الكثير، كما دعمها كبلر بقوانين علمية مثبتة بطريقة رياضية.

ويمكننا أن نلخص رؤية النظرية الكلاسيكية لنموذج الكون كما يلي:

1- الكون غير متناه، أي لا حدود له في الزمان والمكان.

2- القانون الرئيسي الذي يحرك الكون هو قانون الجاذبية.

3- الفضاء لا يتأثر لا من قريب ولا من بعيد بكمية المادة الموجودة فيه أو بطريقة توزيعها.

4- الزمان لا يتأثر بوجود المادة ولا بوجود حقول الجاذبية.

5- عدد النجوم والكواكب في الكون غير محدود.

6- كل جرم سماوي يتحرك في مسار أبدي (نتيجة تفاعله مع الأجرام الأخرى).

وهو موجود بصورة خالدة، فعندما يختفي يظهر مكانه جرم آخر.

هذه الصورة كانت منسجمة تماماً مع العلوم الكلاسيكية التي سادت في تلك الفترة، وكانت كافية في دقتها لكي تستجيب لمستوى المرحلة. وبقيت هذه الصورة سائدة حتى ظهور النظرية النسبية التي اقترحت نموذجاً آخر ولوحة علمية أخرى.

العلوم الكلاسيكية ونشأة الكون

شهد علم الكون بكل فروعه مخاضات كبيرة ومعقدة حيث تصارعت فيه مختلف الفرضيات التي تحول بعضها إلى نظريات وتهاوى الجزء الأكبر منها أمام هجمات النظريات الأخرى. الموضوع بالغ الأهمية والمادة بالغة التعقيد تدخل فيها الرياضيات والفيزياء على نطاق واسع وتمسك بها أفكار الفلسفة والمعتقدات وتغمرها رواسب الميثالوجيا والأساطير. فالغوص في تفاصيل الفرضيات عن تركيب السماء ومصادر الطاقة فيه وديناميية حركته يحتاج إلى صفحات تفوق أضعاف صفحات هذا الكتاب. لذلك قررت أن أختار المفاصل التي تعطي القارئ فكرة عما أود التركيز عليه، وأتوقع أن يكون معظم القراء قد تعرف إلى تفاصيل كثيرة عن طريق الكتب والمجلات والانترنت.

في القرن الثامن عشر عرفت علوم السماء (السماء المادي) نجاحات متتالية حتى وصل الأمر إلى مراقبة ما أسموه "بالسدائم" وتبين فيما بعد أنه مجرات بعيدة؛ كان ذلك على يد عالم الفلك الشهير هرشل، الذي كان أول من حاول قياس أبعاد مجرتنا (درب التبانة) وقياس المسافة إلى المجرات الأخرى.

أول نظرية كوسموغونية ظهرت في أواخر القرن الثامن عشر، أطلقها العالم والفيلسوف الألماني عمانوئيل كانط (1724-1804) الذي تناول المجموعة الشمسية في مسار تطورها التاريخي (لم يتوقف عند الدفعة الأولى في حركات الاجرام السماوية). واعتبر كانط ان الكون قد تشكل من المادة المنتشرة بشكل متجانس في الفضاء معتمداً على قواه الذاتية.

نموذج كانط اعتمد على قوى الجاذبية للجذب وعلى قوى طاردة (شبيهة بقوى ضغط الغازات)، وعلى الاتحادات الكيميائية. واعتماداً على هذه القوى حصلت تجمعات للمادة في أجسام سماوية. لكن هذه التجمعات لم تكن متجانسة بل اختلفت حسب أمكنة وجودها. طبعاً أكبر التجمعات حصلت في النجوم. أما التجمعات الأصغر فتجمعت في الكواكب والأقمار.

نموذج كانط تنطح لمسألة تشكل الكون بأكمله وليس المجموعة الشمسية لوحدها وتحدث عن تشكل أنظمة في أمكنة بعيدة عن " مركز" الكون. لكن نموذجه كان يعاني من ثغرات عديدة، حاول لابلاس الاستعانة بالرياضيات لتجاوز بعضها لكنه لم يستطع تخليص النظرية من التناقض الذي وقعت فيه في مسألة توزيع الزخم على الأجزاء (حفاظاً على قانون حفظ الزخم) (momentum).

لقد استطاعت نظرية كانط (ولابلاس) أن توجه ضربة قاضية للنظرية الميتافيزيقية، والنظرة الكلاسيكية في فرضية نشأة الكون حيث برهنت ولأول مرة أن الكون خاضع للتطور وليس جامداً كما كان ينظر اليه. وبغض النظر عن مستوى الدقة في فرضية تجمع المادة التي تشكلت منها الأجرام السماوية، كما قال كانط، فإن المبدأ كان منطقياً وبدأ العلم ينظر إلى الكون على أنه كون متغير لم يكن في ماضيه كما هو اليوم ولن يكون في غده كما هو حالياً.

وفي القرن الثامن عشر (في النصف الثاني) ظهر فرع علمي جديد هو علم الفيزياء الفلكية الذي يدرس تركيب النجوم ومراحل تطورها، والذي يبحث عن مصادر الطاقة التي تمكن النجوم من الاستمرار في اشعاعها. كما حدثت في القرن الثامن عشر تطورات في علم الضوئيات جاءت لتخدم مهمة الحصول على معلومات عن تركيب النجوم وبقية موجودات السماء.

أما فيما يخص مصادر الطاقة التي تمكن النجوم من بث هذه الطاقة الرهيبة ولمدة طويلة فلم يكن بامكان الفيزياء أن تجد التفسير العلمي لها قبل تطور الفيزياء الذرية، وقد تم ذلك في وقت لاحق. أما فرضية مايور (سنة 1848) بأن

الشمس تستمد حرارتها من النيازك التي تتساقط عليها فلم تصمد. كما لم تصمد نظرية كالفن وهيلمهولتز التي تفترض ان طاقة الشمس مستمدة من الطاقة الجاذبة نتيجة انضغاط الشمس تحت تأثير قوة جاذبيتها إلا أن الحسابات الرياضية قد أظهرت أن هذه الطاقة لا تكفي لأكثر من بضعة ملايين من السنين بينما عمر الشمس يقاس بمليارات السنين

الفيزياء الحديثة وعلم الكون الحديث

في فصول ماضية تطرقنا إلى مفاهيم الفيزياء الحديثة (أي النظرية النسبية والفيزياء الكوانطية). وعرضنا بعض مقولات النظرية النسبية التي تناقض مقولات النظرية الكلاسيكية. ودون تكرار لما ذكرنا سوف نبرز هنا بعض الأفكار الرئيسية في النظرية النسبية في مجال علم الكون على الشكل التالي:

1- الكون متناه لكن لا حدود له (رداً على النظرية الكلاسيكية التي تعتبر أن لا نهاية للكون).، هذه الفكرة قدمها اينشتاين نفسه سنة 1917.

2- الكون متجانس في الاجمال أي أن نقاطه لا تختلف عن بعضها. هذا الحكم يصح عندما ننظر إلى الكون باكمله (طبعاً يختلف الأمر عندما نتناول منطقة صغيرة محددة كمكان وجود احدى النجوم أو غيرها. والكون متناحٍ (أي له خصائص متطابقة في جميع الاتجاهات).

3- الكون يتمدد باستمرار. هذه الفكرة أطلقها فريدمان ولومتر، ثم جاء هابل ليبرهنها عملياً ويحصل على مقدار هذا التمدد بالأرقام.

عملية توسع الكون يجري تشبيهها بعملية توسع فقاقيع الصابون حيث تتباعد كل النقاط عن بعضها. والحقيقة أن المجرات تتباعد عن بعضها البعض ولا يحصل هذا التباعد بين الشمس وكواكبها. وفي احدث نتائج المراقبة فإن مقدار سرعة توسع الكون هو 55 كيلو متراً في الثانية لكل مليون فرسخ.

4- الزمان والمكان يتأثران بوجود المادة، فالأول يتباطأ بالقرب من

الحقول الجاذبية القوية (ويتوقف عند أفق الثقوب السوداء)، والثاني يتحدب، ونسبة التحدب ترتفع مع ارتفاع كمية المادة الموجودة في المكان.

ثلاثة احتمالات لتمدد الكون

اذا كان الكون يتمدد كما يتمدد البالون عندما ننفخ فيه غازاً فتتباعد اجزاؤه عن بعضها البعض فإلى أي مدى يمكن أن يصل هذا التمدد؟ هل يستمر إلى ما لا نهاية أم أنه يتوقف عند حدّ معين؟

الاحتمال الأول

هو ان يكون الكون في عملية توسع دائم وأن يكون الفضاء مقوساً كظهر السلحفاة. وفي النتيجة تتباعد عن بعضها المجرات إلى ما لا نهاية وفي ذلك كآبة وجدانية وشعور بالوحدة المنتظرة.

الإحتمال الثاني

هو أن يتمدد الكون أيضاً بصورة دائمة لكن الفضاء يكون مسطحاً في الاجمال وليس محدبا.

الإحتمال الثالث

ان يتمدد الكون لكن تمدده يتوقف عند حد معين فيتبدل إلى تقلص يعود بنا إلى نقطة الصفر، أي إلى حيث تتجمع المادة في نقطة واحدة ربما تشهد بعد ذلك ما يشبه الانفجار العظيم الذي يفترض أن يكون قد حدث في مرّة (أو مرّات) سابقة. واذا كان الكون قد ابتدأ قبل عشرين مليار عام فإن الحسابات تفترض أنه سيستمر في التمدد لعشرة مليارات سنة اضافية قبل أن يبدأ بعملية التقلص التي ستستغرق فترة ثلاثين مليار عام. وكما تفترض النظريات بأن الكون في بدايته كان عبارة عن جسيمات فالتة ثم اجتمعت لتشكل الذرات الخفيفة

أولاً ثم الذرات الأثقل تالياً، فإن الاحتمال الثالث يفترض أن تعود المادة إلى التفكك من جديد لتعيد نفس العملية بطريقة معكوسة.

هذه الاحتمالات الثلاثة قد برهنتها الرياضيات. أما ظاهرة تمدد الكون فقد كشفتها المراقبة الحالية للمجرات ونستطيع التأكيد بان الكون في الوقت الحاضر هو في مرحلة التمدد. لكن السؤال الذي يطرح نفسه هو كيف نقرر ما اذا كان هذا الاحتمال أو ذاك هو الأرجح؟ الجواب يعطيه علم الكون على الشكل التالي: ان كثافة الكون الحدّية هي في حدود 10^{-29} غرام في السنتيمتر المكعب الواحد، فإذا كانت كثافة الكون الفعلية أصغر من هذا الرقم فإن الاحتمال الأول هو المرجح، واذا كانت مساوية لهذا الرقم فالاحتمال الثاني هو المرجح، أما اذا كانت كثافة الكون الحالية أكبر من الكثافة الحدية فيصبح الاحتمال الثالث هو المرجح.

لكن ما علاقة هذه الأرقام بمسار حركة الكون؟ هناك طبعاً علاقات رياضية وفيزيائية معقدة الأبسط منها هي تلك المقارِنة بين الطاقة الحركية (Kinetic energy) التي تسعى إلى مواصلة التمدد، والطاقة الجاذبية التي تسعى إلى التقلص، وهاتان الكميتان مرتبطتان بكثافة المادة في الكون...

ولكي يقرر العلم مقدار كثافة المادة في الكون يجب معرفة كل أنواع المادة المتواجدة في هذا الكون الفسيح ويشمل ذلك النجوم ويفوق عددها 10^{22} نجماً من مختلف الأحجام والأوزان؛ وقد تم فعلاً رصد حوالى المليارين من النجوم، منها حوالى ستة آلاف نجم يمكن رؤيتها بالعين المجردة. وهناك عدد كبير من الثقوب السوداء بعضها مكتشف وبعضها الأكبر ما زال مستتراً. وهناك النيازك والمذنبات، وهناك الغازات المتناثرة بين المجرات، وهناك أيضاً مختلف الاشعاعات التي تملأ الكون في كل مكان. التقديرات تقول ان الرقم قريب جداً من الكثافة الحدية، فهو أما أن يكون أكبر بقليل واما ان يكون أصغر بقليل.

وبالعودة إلى قياسات هابل الذي وجد أرقاماً لسرعة تباعد المجرات عن بعضها فإن النظريات العلمية تعتقد عن حق أن الأشعة التي التقطها هابل وحدد "الازاحة الحمراء" في أطوال موجاتها هي أشعة قديمة العهد، بمعنى أن تلك

الأشعة قد صدرت عن المجرّات الهاربة منذ زمن بعيد ونظراً لبعد تلك المجرات عن مراصدنا فإن الوقت الذي استغرقه وصولها الينا يعدّ بملايين أو بمليارات السنين لذلك لا يمكننا الجزم حالياً بأن تلك المجرات ما زالت تبتعد. ومن جهة أخرى فإن الحسابات الرياضية تقول بأن ثابت هابل الذي استعمل لتحديد سرعة ابتعاد المجرات يصلح لفترة تتراوح بين عشرة مليارات عام وتسعة عشر مليار عام، أي بحد وسطي يساوي 15 مليار عام؛ فإذا تبنينا التقديرات التي تعتبر أن عمر الكون حوالى 15 مليار عام نكون أيضاً على الخط الفاصل. كل هذا يعني أننا عاجزون عن اعطاء الجواب الحاسم عن أفضلية أي نموذج على الآخر ويبقى علينا أن ننتظر مزيداً من الاكتشافات العلمية على هذا الصعيد، والى أن يتم اكتشاف ما يكفي يبقى لنا أن نحلم وننحاز بعواطفنا، وهذا ما تعود الإنسان عليه على مر التاريخ.

لو كان الأمر عائداً للفلسفة لانقسم الفلاسفة ربما بالتساوي بين الاحتمالات الثلاثة، لكن الأمر يتطلب ابراز وقائع علمية وتدعيم الأحكام بأرقام ومعادلات رياضية مما يستدعي الانتظار، واذا توفر التمويل الكافي للأبحاث العلمية في هذا المجال فإن الانتظار لن يكون طويلاً.

اذا كانت هذه هي النظرية السائدة في علم الكون فإن هناك نظريات أخرى تختلف عنها، منها ما يتحدث عن ثقوب بيضاء إلى جانب وجود الثقوب السوداء ومنها ما يفترض أن الكون ثابت بابعاده أي أنه لا يتمدد ولا يتقلص والى ما هنالك. ولعل من أشهر هذه النظريات نظرية نارليكار الذي يعتبر أن في الكون مصادر طاقة جديدة تظهر باستمرار. كما يفترض أن هناك ثقوباً بيضاء يجري في محيطها الزمن في الاتجاه المعاكس لزمننا. وفي نظره ان الانفجار العظيم لم يحدث وأن الكون كان فسيحاً منذ الأزل.

الاكتشافات الفلكية تتواصل

ما ان بسطت الفيزياء الحديثة (النظرية النسبية ونظرية الكم) سيطرتها حتى

دخلت إلى مجال علم الفلك وعلم الكون فحلّت الكوسمولوجيا النسبية مكان الكوسمولوجيا الكلاسيكية. وكان لاستعمال النظرية النسبية، ومن بعدها نظرية الكم أو النظرية الكوانطية، دور هام في التركيز النظري لعلم الكون. كما كان للتطور التكنولوجي الذي شهده القرن العشرين دوره الهام في تطوير تقنيات الخروج إلى الفضاء الخارجي وتطوير الأبحاث حتى في المختبرات التي نصبت خارج كوكب الأرض. فحتى ستينات القرن العشرين كانت قد سجلت اكتشافات كبيرة على صعيد النجوم وتجمعاتها، وكان قد تم فهم عمليات ولادة النجوم وموتها وفهم مصادر الطاقة في داخلها. وبدأ العلماء باستعمال الاشعاعات المختلفة في رصد النجوم والكواكب مثل الأشعة ما تحت الحمراء، الأشعة ما فوق البنفسجية، أشعة رنجان، أشعة غاما وغيرها.

هذه الاكتشافات أدت إلى تغيير صورة العالم العلمية في مجال الفضاء. فقد صار من الممكن التحدث عن تركيب النظام الشمسي، وجرت دراسة المذنبات وتوالت الاكتشافات فاكتشفت نجوم أكبر من الشمس بملايين المرات من حيث حجمها وأكثر اشراقاً منها. واكتشفت نجوم كثافة المادة فيها أقل من كثافة الماء بمئات آلاف المرات (العمالقة الحمر) وأخرى تزيد كثافتها عن كثافة الماء بمئات آلاف المرات (الأقزام البيض). أما أكبر نجم مكتشف من حيث كتلته (ووزنه) فتعادل كتلته ستين ضعفاً من كتلة الشمس (وهناك نجوم أكبر منه بالطبع).

من المسائل التي استدعت نقاشاً طويلاً على امتداد مساحة واسعة من الزمن مسألة الطاقة الكفيلة بابقاء النجوم على قيد الحياة لتمارس نشاطها الاشعاعي فترة طويلة من الزمن. المصدر قد تم اكتشافه في النهاية وهو في الحقيقة عبارة عن مصدرين اثنين، الأول ناتج عن طاقة جاذبية ترافق عملية انضغاط النجوم، والثاني ناتج عن "الاحتراق" الذري داخل النجوم والمتمثل بعملية تحول الهيدروجين إلى هيليوم وما شابه ذلك. هذه الطاقة تسمح للحرارة في داخل النجم ان تصل إلى عشرة أو خمسة عشر مليون درجة مئوية. واذا

كانت كتلة النجم صغيرة فإن قوة انضغاطه لا تسمح باستخراج كامل طاقته الذرية فتنتهي حياته في أقل من ثلاثين مليون سنة.

قبل اكتشاف التلسكوب كانت قناديل السماء تحسب نجوماً (ماعدا كواكب المجموعة الشمسية). لكن استعمال التلسكوب سمح لنا برؤية السدائم التي تبين أنها مجرات تحتوي كل واحدة منها على ملايين النجوم. وقد تم تصوير مليارات المجرات التي يبعد عنا أقربها (أي سديم اندروميد) حوالى 1.5 مليون سنة ضوئية. هذه المجرات لها أشكال مختلفة، منها الاشكال اللولبية ومنها الأشكال الاهليلجية ومنها الأشكال غير المنتظمة أما مجرتنا، أي مجرة درب التبانة فشكلها لولبي.

والجدير بالذكر أن معلوماتنا عن المجرات البعيدة لا يمكن وصفها بالمعلومات الحديثة مع أننا قد حصلنا عليها مؤخراً، السبب يعود إلى أن مفتاح معرفتنا بها يتمثل بتلك الاشعاعات الواصلة من تلك المجرات إلى تلسكوباتنا بعد أن تكون قد قطعت مليارات السنوات الضوئية مما يعني أنها تعطي معلومات عمرها مليارات السنين.

وتكتسب أهمية كبرى في الوقت الحاضر دراسة المواد الموجودة بين المجرات المؤلفة من غبار وغازات مختلفة. هذه المواد تتشكل بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم، اضافة إلى بعض العناصر الكيميائية الأخرى، والى جانب هذه الغازات هناك سيول من الاشعاعات والعناصر الأولية مثل الضوء والنيترينو والاشعاعات الكونية. وفي بعض الأماكن التي تتواجد فيها الغازات بشكل كثيف تمكن العلماء من رصد مختلف المركبات العضوية مثل الهيدروكربونات، الكحول وبعض الحوامض الأمينية. إن هذا الكم الهائل من المعلومات التي تم الحصول عليها في مجال الفضاء لا تقتصر أهميتها على إشباع الذات أثناء دراستها بل تتغلغل مفاعيلها في شتّى مستويات المعرفة، ففي ذلك مغزى كبير للفلسفة والثقافة والأخلاق أيضاً.

الفصل الثامن

صورة العالم: بانوراما تتجدد

ان المتتبّع لتاريخ العلم لا يساوره شك في أن العلم سيواصل تطوره وبوتائر عالية في القرن الحادي والعشرين لكن هذا التطور سيكون محكوماً بالضرورات والقدرات، وستكون اتجاهاته مرتبطة بالمذاهب الفكرية، وغزارته مرتبطة بمزاج الناس ومزاجية الحكام.

واذا كانت احتياجات الناس إلى نشاطات العلم ونتاجاته كبيرة جداً وتزداد مع ازدياد عدد السكان وتنامي مستوى الرفاهية البشرية فإن السؤال سيكون مشروعاً عما اذا كان عدد العلماء سيكون كافياً لانجاز المهمة في كل زمان ومكان. المعروف أن نسبة حوالى الستة في الماية من عدد السكان تكون قادرة في العادة على دراسة العلم، ونسبة أقل بكثير تعمل في مجاله حالياً فماذا لو زادت الحاجة إلى عدد المشتغلين في الحقل العلمي؟ فهل سيكون الكادر الكافي متوفراً؟ ويجب ان لا ننسى أن العلم هو احدى الفعاليات الحضارية وليس كلها فالمجتمع يجب أن يتطور بشكل متوازن ومتناغم بمعنى أن يكون عدد النشطاء فيه موزعاً على مجالات الحياة الأدبية والفنية والعلمية وغيرها. علماً بأن بعض الدول النامية لا تحضر العدد الكافي من الكوادر العلمية وتعاني من نقص في كل المجالات العلمية والتكنولوجية فهل سيكون وضعها مقبولاً في

المستقبل؟ وهل ستكون قادرة على تخصيص الموارد اللازمة لسد العجز ومماشاة العصر في المستقبل؟

العلم نفسه سيسعى طبعاً إلى سد بعض الثغرات فالكمبيوترات تساعد على تسريع العمليات العلمية وتوفر في الوقت وفي الجهاز البشري وهي في حالة تطور سريع وربما وجد العلم وسائل أخرى توفر اكثر فأكثر.

والملاحظ أن الفروع العلمية راحت تتشعب وتدخل في كل التفاصيل مما يعني أن غزارة مضطردة في الانتاج العلمي سوف يتم تسجيلها باستمرار. ولسوف يخلق ذلك صعوبة في الاحاطة العلمية بكل هذه التفاصيل وصعوبة في تعميمها وسبك نتائجها في نظريات شاملة، وربما اصبح من الصعب ايصال الكثير من النتائج إلى المدارس والجامعات (المعروف ان ما يدرس الآن في المناهج المدرسية والجامعية أيضاً يعود بعضه إلى ما قبل مئات السنين). سوف تضطر مؤسسات التعليم إلى ابتكار أشكال جديدة لهذه المؤسسات وطرقاً جديدة لنقل المعلومات، وقد تتسع الهوة أكثر فأكثر بين حاملي الثقافة العلمية والمحرومين من هذه الثقافة.

والثقافة ضرورية لكل الناس وخاصة للعلماء، ويشهد التاريخ أن أشهر العلماء الذين وصلتنا أسماؤهم كانوا يتمتعون بثقافة واسعة في شتى الميادين فكان منهم ادباء وموسيقيين، وقد كتب بولتسمان أن ثاني اكثر شخص أثر في حياته كان بيتهوفن. أما غاليليو غاليليه فكان يرسم ويتعاطى الفلسفة أكثر من الرياضيات.

وهناك تخوف من أن تحل وسائل الاتصالات مكان المدرسة فتزول ألفة الزمالة والتربية المشتركة على مقاعد الدراسة من جهة وتخف الرقابة عن المتلقين للعلم من جهة أخرى. وفي كل الأحوال ستصبح مهمة المدرسين أصعب بكثير لأنه سيصبح مفترضاً بالمدرس الواحد أن يكون ضليعاً في عدة مجالات علمية.

اذا كانت هذه بعض التوقعات اللوجستية في عملية النشاط العلمي والتعليمي فماذا عن صورة العالم من وجهة نظر العلم؟

البانوراما العلمية المتغيرة

ان الصورة العلمية للعالم قد تغيرت مراراً عبر التاريخ وهي لن تبقى على حالها في المستقبل، ولعل بوادر التغيير قد بدأت تظهر منذ الآن. ان صورة العالم في نظر العلم في كل مرحلة تتميز بمستوى المعارف العلمية عن الطبيعة بأكملها. وهذه المعارف تتضمن النظريات والفرضيات والوقائع.

ان منظومة المعارف العلمية المؤهلة لرسم صورة علمية معترف بها للعالم تتميز ببعض النظريات المركزية التي تشكل نواة هذه المنظومة، اضافة إلى البديهيات والفرضيات والوقائع العلمية المثبتة. واذا كانت نواة المنظومة المعرفية تختلف من فرع إلى آخر إلا أن الصورة العلمية للعالم تأخذ بعين الاعتبار كل المعارف العلمية في مختلف الفروع. ويتم رسم الصورة العلمية الشاملة بواسطة علماء شموليين (أو حكماء كما يسميهم البعض) يحيطون بالمعارف العلمية الرئيسية ويمتازون بسعة الأفق العلمي والفلسفي. إن اللوحة العلمية الأولى التي تم تظهيرها بشكل واضح ومتكامل كانت تلك التي نتجت عن العلم في طبعته الأوروبية، أي عن العلوم الكلاسيكية التي تأسست على نجاحات غاليله ونيوتن واستمرت حتى نهاية القرن التاسع عشر. ومن المهم جداً أن اللوحة العلمية ليست ثابتة بل تتطور باستمرار حيث ترتسم صورة علمية جديدة للعالم بعد كل ثورة علمية فعلية. فبعد الصورة الكلاسيكية رسم العلم لوحة العالم غير الكلاسيكية المسماة على اسم العلوم غير الكلاسيكية أو "العلوم الحديثة" التي تحدثنا عنها في فصل سابق. ومع نهاية القرن العشرين بدأت تظهر صورة العالم الجديدة المبنية على العلوم ما بعد الحديثة.

اللوحة التي رسمتها العلوم الكلاسيكية للعالم تأسست على نظريات غاليله

ونيوتن، وخاصة مبدا الحتمية ذات الاتجاه الاجباري الواحد. فالجسم الذي يبدأ حركته في حقل جاذبي معين في لحظة محدودة يمكن تحديد موقعه وحركته في أية مرحلة مستقبلية. وكذلك هو حال الاجسام الأخرى الأرضية والسماوية. وتشترك في رسم اللوحة الكلاسيكية للكون كل الفروع التي ازدهرت في كنف النظرية الكلاسيكية مثل الكهرومغناطيسية والكيمياء وغيرها. وقد تحدثنا اعلاه باسهاب عن وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية التي شكلت العمود الفقري للعلوم الكلاسيكية كلها.

النظرية الكلاسيكية في الفيزياء استبدلت بنظرية الفيزياء الحديثة بعد الثورة العلمية التي بدأت مع بداية القرن العشرين وظهرت بنتيجتها النظرية الكوانطية والنظرية النسبية، وكانت قد سبقتها إلى التمرد على حتمية الميكانيكا الكلاسيكية نظرية الديناميكا الحرارية التي بينت أن السوائل والغازات لا يمكن التعاطي معها على أنها انظمة ميكانيكية بحتة. مع الفيزياء الحديثة تطور معنى الحتمية وبرزت نظرية التطور في صيغتها التقريرية، واتسع مجال الكون ليتحول إلى كون متمدد ليتسع معه افق الإنسان الذي تحررت فلسفته إلى حد ما من الميكانيكية الجامدة.

أما العلوم ما بعد الحديثة فقد بدأت ترسم ملامح لوحة جديدة للعالم، لوحة يبقى فيها المستقبل مجهولاً لا تقرره حتمية معينة. والتطور يمكن أن يسير في اتجاه غير محدود، أي في اتجاه محتمل قد تحدده عوامل ثانوية وليس بالضرورة ان تحدده العوامل الرئيسية. والعوامل الثانوية لا يمكن دراستها بالتفصيل في ظروفنا الحاضرة، فمن يقرر على أي وجه ستقع قطعة النقود لو تم قذفها نحو الأعلى؟ هناك احتمالان متساويان!

العلوم ما بعد الحديثة تسمح بتغيير المسارات وتراعي في تحليلها وجود الانحرافات والحالات الشاذة. وترسم العلوم ما بعد الحديثة اكثر من طريق للتطور، فالمسار ليس خطاً واحداً (مستقيماً كان أو محدباً) بل هو أقرب إلى شكل الشجرة المتعددة الأغصان.

وفي العلوم ما بعد الحديثة يكثر استعمال المصطلحات الجديدة مثل التفرع او التشعب، التقلب (fluctuation)، الفوضى، التبدد (Dissipation)، غير الخطّي (non linear) وما شابه.

الأنظمة المحدودة في اللوحة الجديدة يفترض النظر اليها على انها غير مستقرة ومعرضة للتقلب نتيجة أبسط العوامل الخارجية، فهي حساسة تجاه التأثيرات الخارجية وربما كانت في حالة من عدم التوازن الدائم. والأنظمة الموضعية (local) التي تتشكل من حقول موضعية وغيرها على تماس مع أنظمة أشمل محيطة بها وفي حالة تفاعل دائم. ويولي المحللون أهمية خاصة لعناصر الجذب القوية في بعض الأنظمة الموضعية، وينطبق هذا على الحقول الجاذبية القوية حول الثقوب السوداء مثلاً او حول النجوم التي تتمتع بكتل كبيرة وقوة جذب شديدة، كما ينطبق في علم الاجتماع على التكتلات البشرية التي تمتلك قوة جذب كبيرة على الأفراد وتفعل فعل الكتل الفضائية الجاذبة بفوتونات الضوء التي تمر بالقرب منها حيث تحرفها عن مسارها وتفرض عليها السير في مسار آخر. وفي صورة العالم التي ترسمها العلوم ما بعد الحديثة نجد أن النظام والفوضى هما من العوامل الموضعية في هذا الكون، فالفوضى ليست حالة شاذة أو غير جديرة بالحسبان، بل تثبت حضورها على امتداد عملية التطور. ويطرح السؤال بقوة عن السلوك غير المنتظم للانظمة غير المستقرة، وهذا الحقل يدرسه فرع مستحدث (ظهر سنة 1973) يسمى (Synergetic) يتعاطى مع نظرية التنظيم الذاتي للانظمة غير المنتظمة.

ولأننا اليوم في حالة مخاض علمي وعلى أبواب ثورة جديدة ما زالت أفكارها تختمر وتنتظر الشخص أو الأشخاص أو المجموعات العلمية (على الأرجح) التي ستقوم بصياغة النظريات والبديهيات الجديدة. ولم يعد يفصلنا وقت طويل حتى نجد البلاغ رقم واحد قد أصبح جاهزاً، وقد لخصنا جزءاً من مسودته في أماكن متفرقة من هذا الكتاب. والمتتبع للكتب والمقالات "العلمية"

التي تنتقد الفيزياء الحديثة في بديهياتها وفلسفتها ونتائجها أيضاً تحمل في بعض الأحيان طابع المقالات التعبوية وقد شهد تاريخ العلم مثيلاً لها في مختلف المراحل.

وينصبّ الخطاب في كثير من الأحيان على الدفاع عن حقوق الإنسان كجزء من اللوحة العلمية وعن حالة الفوضى والكاوس (Chaos) غير المدروسة، وقبل ذلك كان الدفاع عن الصدفة وعن أنسنة العلم وما شابه. وفي الواقع أن هناك مغالاة في كثير من الأحيان، فالعلم لم يولد ناضجاً بل ولد طفلاً وما زال ينمو، واذا كان عاجزاً في بعض الأحيان عن معالجة تفصيل معين فإن ذلك لا يعني أنه فاشل ولا يعني بطبيعة الحال أنه لن يقوى على فعل ذلك في المستقبل. لقد وصف اينشتاين ذات يوم استعمال فكرة الاحتمالية في الميكانيكا الكوانطية بانه دليل على عدم اكتمال هذه النظرية. ويمكننا القول أيضاً أن فكرة الكاوس كانت محيّدة بفعل الحاجة إلى تفاصيل علمية لم تكن متوافرة ببساطة من قبل وربما جرى اللجوء إلى تقسيم الكاوس إلى أنظمة صغيرة والتعامل مع كل نظام بمفرده، وربما تم استنباط معادلات رياضية خاصة بهذا الأمر.

أما دراسة الإنسان كجزء من العالم الذي يشكل مادة للعلم فإنها ضرورية جداً لأن الإنسان قد أصبح لاعباً مهماً في هذا الكون بعد أن تسلّح بالعلم والتكنولوجيا وصار بامكانه أن يغير وجه الأرض (وهو يفعل ذلك على أية حال)، وصار بامكانه أن يشكل خطراً على كوكب الأرض وربما على غيره في المستقبل، والأهم من ذلك انه صار باستطاعته أن يشكل خطراً على تجربة الحياة على الأرض، التي لم نتعرف على غيرها بعد في كل هذا الكون. ان أخذ دور الإنسان في الحسبان، كعضو فاعل في الطبيعة وليس كمراقب من خارجها، يلتقي مع مهمة أنسنة العلم لأن العلم اذا ما بقي استعماله حكراً على الشركات القابضة فإنه قد ينجر إلى تأدية مهمات في عكس مصلحة البشرية والبيئة والكون فيما بعد. قد يكون من أصعب الأمور على العقل البشري أن

يقوم بدراسة نفسه لذلك لا نتوقع ان تكون دراسة الإنسان من الناحية السيكولوجية بسيطة أو سهلة، واذا ما دخلت عليها الوظائف الاجتماعية بكل انتماءاتها وانجازاتها وعصبياتها فإن الأمر سيصبح اصعب.

صحيح أن العلم قد نال ثقة كل الناس تقريباً بسبب دقة معلوماته وخضوعها لمعايير المنطق وأحكام التجربة وبسبب تطبيقاته العملية في مجال التكنولوجيا وفي مختلف الحقول الانتاجية لا سيما الصناعية والزراعية وربما احتلت مكاناً خاصاً صناعة الأدوية التي تقع على تماس مباشر مع صحة الإنسان. إلا أن العلم يبقى مرتبطاً بصفة بشرية، فهو من نتاج كائنات بشرية عاشت وتعيش على كوكب الأرض، ونتاج حضارة بشرية ما زالت تتطور رغم النكسات التي تعرضت لها خلال عمرها القصير نسبياً جراء العوامل الطبيعية وجراء الحروب المدمرة وجراء تعنت الأفكار المتطرفة.

ان اللوحات التي يرسمها العلم تأتي لتشكل بانوراما كونية تنطلق من فهم الإنسان لهذا الكون ومن مستوى تطور عقله وادراكه ومستوى علمه وحضارته، لذلك لا يمكن فصل اللوحة التي يرسمها العلماء عن المرحلة التاريخية التي يتم فيها رسم هذه اللوحة.

ومن جهة ثانية، فإن القوانين التي يبدو للإنسان أنها تحرك العالم، أو يتحرك بموجبها العالم تتعرض للمراجعة أيضاً، وتصبح أرقى وأكثر دقة كلما تمكن العلم من دراسة التفاصيل وحل المعادلات الأكثر تعقيداً. والمثل الذي أعطيناه عن قطعة النقود التي ترمى وتسقط على أحد وجهيها ليس مطلقاً أبداً، فإذا ما أرتقى العلم إلى الدرجة التي يتمكن معها من دراسة تفاصيل حركة قطعة النقود ودراسة كل العوامل المؤثرة في حركتها، من وضعها البدائي، إلى سرعة قذفها، إلى تأثير الجاذبية ومقاومة الهواء لها، يصبح بالامكان تحديد الوجه الذي ستقع عليه وقد يصبح الحكم في ذلك أقرب إلى الحتمية، فالحتمية لها صفة النسبية أيضاً وليست مطلقة.

مميزات العلوم ما بعد الحديثة

اذا كان الجميع متفقون على حتمية الانتقال إلى العلوم ما بعد الحديثة فإن الاجتهادات تأخذ مداها وتشهد بعض التمايزات والاختلافات فيما يخص ميزات العلوم الجديدة (أي علوم القرن الحادي والعشرين). وبما أن اعتراضات الفلاسفة والادباء وعلماء الاجتماع هي من جملة الأصوات المطالبة بالعلم الجديد فإن الخلافات في وجهات النظر، وفي الانتماء الايديولوجي لهؤلاء، تترجم اختلافات في توقع ميزات العلم الجديد. فما عساها أن تكون ميزات العلم المنتظر؟

- بعض المنظّرين يتوقع أن يتراجع العلم عن موقعه المهيمن على البناء الفوقي للبشرية أي أن تتراجع الثقافة العلمية عن الصدارة وعن السيطرة على بقية فروع الحضارة الإنسانية (الادبية- الفنية- الدينية والفلسفية وغيرها). لكن هذا، برأينا، لا يأتي بقرار بل يعتمد على قدرة كل فرع من اشباع رغبات الإنسان في الحصول على المعرفة واكتشاف المجهول وتسخير القوى الطبيعية لخدمة راحته. واذا كنا نؤيد أنسنة العلم وضبط استعمالات نتائجه فاننا لا نعتقد بامكانية وضع الحدود لنشاطاته. فالضوابط الإنسانية يجب ان لا تخضع لمشيئة الأفراد أو المنظرين حتى، بل يجب ان تخضع لميزان العلم نفسه، حيث يمكن أن يطلب منه وعند كل اكتشاف جديد ان يضع الاكتشاف المكمل الذي يقضي على العوارض الجانبية التي تؤذي البيئة وتؤذي الإنسان. ومن جهة ثانية نلاحظ ان الثقافة العلمية التي أتخمت الغرب لم تصل بعد إلى الكثير من شعوب الدول النامية أو المرشحة للنمو ومازالت ثقافتهم محكومة بتفاسير الميثالوجيات القديمة في بعض الأحيان. ومثل هذه الشعوب بحاجة إلى نشر الثقافة العلمية والتركيز عليها لا الاستغناء عنها قبل وصولها والتعرف عليها. وبرأينا فإن جزءاً من الأزمة يكمن في عدم التجانس الثقافي في العالم، أي الفجوة الكبيرة في امتلاك الثقافة العلمية.

- العلوم الجديدة (ما بعد الحديثة) مدعوّة إلى رسم لوحة جديدة للعالم تختلف عن تلك اللوحة، أو اللوحات القديمة التي تضخم دور الطبيعة وتقلل من شأن الإنسان فيها. ان أية لوحة جديدة يجب أن تنظر إلى الإنسان بوصفه جزءاً مكملاً للطبيعة في اللوحة الكونية الشاملة. وعلى عكس ما كان في الماضي وعلى عكس ما كانت تضعه العلوم الكلاسيكية أصبح الإنسان جزءاً مؤثراً في اللوحة الكونية وهناك مفاصل كثيرة ما كانت على هذه الصورة لولا وجود الإنسان؛ يمكننا ان نقارن كوكب الأرض بنفسه، أي أن نقارن ماضيه بحاضره، كما يمكننا أن نقارن الأرض بباقي الكواكب لنكتشف بسهولة ان دور الإنسان بارز حتى في تغيير تضاريس الأرض وتصرفات الطبيعة.

- العلوم الجديدة يجب أن تشهد اهتماماً أكثر بالعلوم الإنسانية والاجتماعية ويتوقع لها أن تعرف الكثير من الفروع المشتركة بين العلوم الطبيعية والعلوم الأخرى. ويتوقع أن تركز العلوم الجديدة أكثر على دراسة الإنسان نفسه، على تتبع أصله وتطوره ومستقبله.

- يتوقع حدوث تغييرات في موضوع العلم نفسه، فبعد ان كان الباحث يضع نفسه خارج الموضوع الذي يدرسه سوف يعتمد في العلوم الجديدة نظاماً للدرس يكون الإنسان نفسه جزءاً منه وليس نكرة فيه.

- العلم الجديد لا يمكنه ان يتهرب من مسؤوليته التاريخية المتمثلة بسعيه الدائم إلى تحسين عملية الانتاج وتحسين مستوى معيشة الإنسان خاصة وان العلم اليوم يتطور ويستمر على ايدي مؤسسات علمية ممولة من دول تحاول الاستفادة إلى آخر الحدود من امكانيات العلم لتحقيق الازدهار الاقتصادي، وتحاول الاستفادة من العلم أيضاً، ولسوء الحظ، لتطوير اسلحتها الفتاكة.

- اذا كانت الأبحاث العلمية في الماضي قد انطلقت في موضوعها من بديهيات محددة فإن الموضوع قد أصبح الآن أكبر من البديهيات البسيطة. واذا كان من الصعب تحديد الأسس التي ستنطلق منها الدراسات العلمية في ظل العلوم ما بعد الحديثة فإن بالامكان توقع بعض الخطوط العريضة لأسس

الأبحاث الجديدة. من المتوقع ان تنطلق مثلاً من تصور للكون يعتمد على تطوره الدائم وعلى نظاميته وتنظيمه الذاتي (بغض النظر عن الدفعة الأولى في أصله). فالعلم لم يعد ينظر إلى الكون على أنه مؤلف من لبنات أساسية هي الجسيمات الأولية والذرات التي تبنى منها الأجسام فالأجرام السماوية فالمجرات... بل صار ينظر اليه على أنه مجموعة من العمليات المكونة من موجات (كهرومغناطيسية وغيرها) ومن انظمة معقدة متداخلة ومتفاعلة فيما بينها، والإنسان جزء منها وليس خارجها.

- ومن المتوقع أن تكون أخلاقية العلم عنواناً مميزاً في العلوم الجديدة نظراً لموجة الانتقاد العارمة التي تتناول سوء التصرف بنتائج العلم ونجاحاته، ونظراً لعقدة الذنب التي أحسّ ويحسّ بها الكثير من العلماء، خاصة أولئك الذين ساهموا باكتشافات خطيرة جرى استعمالها في مجالات الحروب، وما نوبل واينشتاين الا نموذجين من العلماء النادمين.

الفصل التاسع

آليات المعرفة العلمية

اذا كان العلم جزءاً من حضارة الإنسان، كما ذكرنا في بداية هذا الكتاب، بل ويشكل احدى أهم فعالياتها؛ واذا كنا ندين له بالمستوى الذي وصلنا اليه وأسلوب العيش الذي نتميز به عن جيراننا من الكائنات الحية الأخرى على هذه الأرض؛ واذا كان مستوى الرفاهية في حياتنا اليومية يتوقف على نجاحاته المستمرة التي يتوقف عليها أيضاً معيار تنعمنا بالحياة، وربما امكانية استمرارنا على هذا الكوكب (أو انتقالنا إلى كوكب آخر...) فما عسى أن يكون هذا السحر فيه؟!...

لقد نضج العلم واكتملت شخصيته فبلغ سن الرشد. فخلال الثلاثماية سنة الأخيرة كان العلم هو العامل الأكثر تأثيراً في معتقدات الإنسان المتعلم والمثقف وخلال القرنين الماضيين شكل العلم المصدر الأساسي لتقنياتنا الاقتصادية والمعيشة.

وقد أثر العلم وطريقته في حياتنا الفكرية إلى درجة جعلت الإنسان يتخلى عن معتقداته التقليدية (باستثناء الدينية منها) ويتأقلم مع معتقدات جديدة.

وكما كان للعلم تأثيره الفعال على التقنيات المستعملة في الصناعة المدنية والعسكرية وعلى الطرق والأدوات والأسلحة الحربية، كان له دوره في

التغييرات التي جرت في التنظيم الاجتماعي، وحتى التنظيم السياسي لمجتمعاتنا.

وبواسطة العلم خرج إنسان القرن العشرين إلى الفضاء الخارجي وصار له مكانته ليس فقط على كوكب الأرض، بل وعلى صعيد الكون ككل.

ولو أردنا الحديث عن فضائل العلم علينا وان نتصور بئس الحياة بدونه لكتبنا مجلدات كثيرة، لكن لا بأس في أن نحصر حديثنا بآلية عمل العلم- بكيفية تعاطيه مع المعطيات الموضوعية في الطبيعة وتحويلها إلى معارف علمية.

اسئلة كثيرة تتزاحم في مفكرة الإنسان، بعضها يلقى أجوبة متواضعة تصلح لأن تروي بعض الفضول لبعض الوقت، وبعضها يفتح ورشة للتفكير ومنصة للاجابات الفلسفية التي لا تحدها قيود، وبعضها الآخر يتطلب تفاعل السامع مع المجيب وتحضير الذات لتقبل الإجابات الموضوعية التي لا تناسب مزاج الأكثرية. وفي العلم، كما هو معروف، ليس هناك مكان للديمقراطية العددية فما يقرره الجمهور الأكثري قد يكون بعيداً عن الحقيقة العلمية.

كيف تتحول الحقائق الطبيعية إلى معلومات ومعارف علمية في اذهاننا؟ وهل تعكس هذه المعارف حقيقة الواقع الذي نعيش فيه ونتناوله بالتفكير؟ هل القوانين جزء من لغة الطبيعة أم جزء من لغة الإنسان؟ وهل يوجد في الأصل قوانين، أم أنها انعكاس في أذهاننا وادراكنا لتصرفات الطبيعة؟ هل العلم نتاج العقل أم نتاج الطبيعة؟ وهل تشمل معلوماتنا كل الحقيقة، أم جزءاً يسيراً منها؟ هل تشمل كل القوانين أم بعضاً منها؟...

هل يستطيع كل إنسان أن يكون عالماً، فيستخرج المعلومات والمعارف العلمية من هذا الكون الفسيح؟ وهل يستطيع أي مراقب أن يقرأ في كتاب هذه الطبيعة قوانينها المحركة؟ ثم، هل ان عقولنا درجات أم أنواع- نوع يميل إلى "العلمية" وآخر يميل إلى "الفنية" وثالث يميل إلى شيء آخر...؟

وهل يؤثر العلم والمنطق العلمي على عقولنا؟ وهل تؤثر هي في مجرى أحداثه؟ وهل نحن الذين ندين له بالفضل أم انه هو الذي يدين لنا بافضالنا؟...

الأسئلة كثيرة ومتنوعة، والإجابات أكثر تنوعاً، لأنها أتت تباعاً وعلى

امتداد تاريخ العلم فتوافقت فيما بينها أحياناً وتناقضت أحياناً أخرى، أو ربما في أغلب الأحيان. فلقد شهدت فلسفة العلم نقاشات بدأت منذ زمن بعيد ولم تنته حتى الآن، شارك فيها علماء وفلاسفة واختصاصيون في علم النفس وعلم الاجتماع، وهي تحتاج أيضاً إلى عدة مجلدات.

لكنني آليت على نفسي أن لا أذهب بالقارئ إلى ما قد يشبه الملل فقررت اعطاء الأجوبة على شكل جرعات صغيرة في أماكن متفرقة من النص وليس في فقرة مطولة واحدة، بعد أن قررت حصر الحديث بالعلوم الطبيعية وحدها دون العلوم الإنسانية التي تحتاج إلى مساحة أخرى ومزاج آخر.

من الواضح ان العلم كان محصوراً، عبر التاريخ، بجماعة "مميزة" تتصف بقوة المنطق والإدارك وتمتلك الحدس العلمي والنظرة الشمولية التي تتطلب بدورها بعد النظر وسعة الخيال. ولا شك بان امتلاك العالم للموهبة العلمية شيء، وتصرفه كإنسان له علاقاته الاجتماعية وطموحاته الشخصية شيء آخر.

المتتبع لسيرة العلماء على مر التاريخ يلاحظ أن كل حقبة تاريخية كانت تفرض على العلماء ارتداء أثواب فيها الكثير من التشابه. فالعلماء في الحضارات الشرقية القديمة (المصرية والبابلية وغيرها) كانوا عبارة عن كهنة لهم امتيازاتهم الطبقية، وكانوا يستعملون وهج الإكتشافات العلمية لتمتين سيطرتهم على الآخرين. أما علماء الحضارة الإغريقية فكانوا فلاسفة بكل معنى الكلمة، يدافعون عن المنطق ويحترمون الموقف والكلمة؛ ولعل هذه الصفات التي تناقلتها الأجيال عن هذا الصنف من العلماء ما زالت من أسباب الإحترام الذي يحظى به العلماء والحصانة والهالة اللتين تحيطان بهم. أما علماء عصر النهضة فقد تسنى لهم ان يعاصروا الثورة الصناعية والثورات الديمقراطية في أوروبا فوقفوا على أمجاد العصور القديمة وشرفة العصر الجديد فاستفادوا من تراكمات العلم ومن وثباته. وقد تميز عصرهم بنبوغ العلماء وكثرة عددهم، وقد كانوا بأكثريتهم مدفوعين بقوة الفضول العلمي والسعي التطوعي لاكتشاف المزيد من الحقائق. وقد استطاعت تلك المجموعة ان تصطاد القوانين الطبيعية الواحد تلو

الآخر وان تعمد إلى صياغة النظريات، وكان بينهم علماء فلاسفة استطاعوا أن يؤكدوا بعض النظريات العلمية لتدخل في ثقافة الإنسان بديلاً عن الثقافة الدينية في الغرب، وبديلاً عن الماورائيات في بعض أنحاء الشرق.

وبغض النظر عن موقفنا من أدلجة العلم (أي تطويعه للأيديولوجيا) وعن سوء استعمال هذه الأدلجة في بعض الأحيان، إلى درجة تحويلها إلى عائق جديد في وجه العلم نفسه؛ الا أنه لا يمكننا الا أن نلاحظ ان العلم في الثلاثماية سنة الأخيرة قد دفع بوعي الإنسان مسافة بعيدة إلى الأمام.

والعلم، كما ذكرنا، ليس مجموعة معلومات جاهزة منتشرة على سطح الكرة الأرضية نحمل السلة فنجمعها ثم نوزعها على الراغبين باقتنائها، وليست رموزاً وأحجيات تتعمد الطبيعة ان تضعها في الواجهة بعد ان تكتب عليها "يقرأها الأذكياء فقط"! فالعلم من حيث نشاطه اللوجستي هو قراءة بلغة الإنسان في كتاب الطبيعة. هناك طبعاً مقاطع سهلة وواضحة في كتاب الطبيعة، هذه المقاطع والسطور يقرأها كل إنسان، بل يقرأها الكثير من الحيوانات، فبعض الحيوانات يعرف أن البرد القارس يأتي بعد انتهاء فصل الدفء، والا لما هاجرت الطيور من الشمال إلى الجنوب بعد كل فصل صيف. والحيوانات تميز بين الظل وحرارة الشمس، وتختار الطريق الأقصر في رحلاتها المستعجلة، وتتجنب اذا ما وقعت في المستنقع مرة ان تسقط فيه مرة أخرى. هي تقرأ اذن في كتاب الطبيعة البسيط منها، لكنها تقرأ بلغتها هي وليس بلغتنا نحن فلا تسمي القوانين باسمائها البشرية ولا تلجأ إلى صياغة النظريات التي يلجأ اليها الإنسان. العلم اذن، هو قراءة الإنسان، بل هو قراءة فئة من الناس تجيد قراءة الطبيعة. فمع أن كتاب الطبيعة مشرّع أمام الجميع الا أن قراءته محصورة بفئة العلماء، فكيف تقرأ هذه الفئة في ذلك الكتاب، خاصة وان كتاب الطبيعة ليس مكتوباً بحروف أبجدية، وان تكن بعض أجزائه مكتوبة بروائح الإشياء وألوانها، بملمسها وطعمها وأصواتها، أي بما تلتقطه حواسنا الخمس، لكن الجزء الأكبر

مكتوب بما تلتقطه الحاسة السادسة وربما السابعة والعاشرة التي لا يمتلكها الا العلماء، والعلماء بدورهم على درجات.

وبعد أن يقرأ العلماء أجزاء من كتاب الطبيعة تتحول في أذهانهم إلى كلمات وأفكار بشرية، كما تتحول الصور الشعرية في مخيلة الشعراء إلى كلمات يتعامل بها بني الإنسان.

ثم يسكب العلماء ما فهموه بلغة إنسانية لكنها علمية هذه المرة يتفاهم بها العلماء فيما بينهم ويفهمها (أو يفهم بعضها) الجمهور المتتبع لأخبار العلم واكتشافاته.

الحقائق والمعلومات موجودة في الطبيعة بغض النظر عما اذا كنا نراها أو نحس بها أو ندركها أم لا، وكانت موجودة على هذه الأرض قبل أن تطأها قدما آدم الأول، لكن انعكاسها في اذهاننا مشروط بوصولها إلى هناك، ووصولها إلى أذهاننا مشروط بمن بلتقطها من بحر الطبيعة، والعلماء هم من يلعب دور اللواقط الأمينة والصادقة والفعالة.

هناك نسبة خطأ تتعرض لها عملية صناعة المعارف العلمية في كل مرحلة، أثناء الملاحظة والمراقبة والتحليل والاستنتاج، فقد يكون هناك قصور في أجهزة المراقبة الإنسانية أو المادية وقد يكون هناك نقص في كمية المصادر وقد يكون هناك نقص في نضج التحليل و... لذلك لا تكون معلوماتنا انعكاساً مثالياً لحقائق الطبيعة أو " نسخة طبق الأصل" عنها. حتى في عملية نسخ صورة عن الهوية أو أية صفحة في كتاب فإن الصورة المنسوخة لا تكون بنفس جودة الصورة المنسوخ عنها (أي الأصلية).

هناك درجة من النسبية في حقيقية المعارف المنقولة عن الطبيعة " على ذمة" العلماء طبعاً، لأن العالم لا ينقل الصورة بشكل ميكانيكي كما قد يتبادر إلى الذهن بل بمشاركة فعالة ومعقدة من قبله، مع أن هذه المشاركة لا تتدخل في موضوعية الحقائق التي يتم تناولها بالبحث بل تكون بمثابة المهارة في قراءة هذه الحقائق وفحصها وتنقيتها من الشوائب.

والطبيعة لا تكتب لنفسها الدساتير ولا تصنف ديناميتها في اطار القوانين، انما صياغة القوانين هي من صفات الإنسان وحضارته الأرضية، فهو الذي يصيغ ما يسميه بالقوانين الطبيعية في اطار العلم، الذي هو بدوره فعالية إنسانية.

فالقوانين جزء من لغة الإنسان (العلمية) لكنها ترجمة، صادقة للغة الطبيعة. والعلم ككل ليس نتاج العقل أو نتاج الطبيعة، بل هو قراءة للعقل في كتاب الطبيعة. فقد تتم قراءة بعض السطور بلكنات مختلفة بواسطة علماء مختلفين، لكنهم سيتوصلون في نهاية الأمر إلى نفس القراءة.

الى متى سنبقى قادرين على تطوير علومنا؟ لا أحد يضمن لنا أننا لن نتعرض إلى نكبات كبيرة كأن تسقط علينا النيازك الكبيرة، أو أن يرتطم كوكبنا بكوكب آخر فالتٍ من أطراف السماء! أو أن تخرج الهزات الأرضية وثورات باطن الأرض عن المألوف أو... لكن رغم كل هذا فاننا لا نعرف أيضاً نسبة التسارع في تطوير العلوم فالعلم خلال الثلاثماية سنة الماضية قد حقق أكثر مما حققه خلال آلاف السنين؛ وأحد الأسباب الرئيسية في هذا هو ذلك الدعم الكبير الذي لقيه من مختلف طبقات الشعب في كل الأماكن. والآن أصبح العلم في وضع يحتاج فيه إلى الدعم أكثر مما كان يحتاجه في الماضي. لم يعد الباحث المنفرد يجد الكثير ليعثر عليه أو ليكتشفه، فالمؤسسات العلمية هي التي تقوم بالأبحاث وهذه المؤسسات بحاجة إلى موازانات كبيرة لا تستطيع تأمينها الا الدول التي يوافق دافعو الضريبة فيها على تمويل مشاريع البحث. ربما كان ذلك وراء الحملات المثيرة عن اسرار الكون وضرورة غزو الفضاء الهادفة إلى دفع المواطنين لعدم الإعتراض على تحمل الدول لتكاليف المشاريع العلمية الكبيرة. وقبل أن نستغرق في الإستطراد نود القول أن استمرارية تطور العلم وسرعة هذا التطور خاضعة لعدة ظروف، منها السياسية والاقتصادية والعسكرية ومنها العقائدية ومنها ما يتناسب أو لا يتناسب مع مزاج الشعوب، فحتى الثقافة العلمية التي دخلت في مسلمات الإنسان لم تعد تحظى بنفس الشعبية التي كانت تحظى بها في القرن التاسع عشر والقرن العشرين.

واذا كانت حقائقنا اليوم نسبية فانها ستزداد نسبية في الغد، وكلما اتسعت اكتشافاتنا العلمية في المستقبل، لأن العلم سلم كلما صعدنا درجة من درجاته اشرفنا على مساحات أكبر واتسع أمامنا المجهول أكثر لأن حقول المعرفة لا حدود لها.

ان الذين يتعاطون مع الثقافة التي أنتجها العلم هم كل سكان الكرة الأرضية تقريباً (باستثناء أولئك الذين لا يتم تسجيلهم في المدارس)، لكن الذين ينتجون المعارف العلمية لا يشكلون إلا نسبة قليلة من سكان كوكبنا، فهم قلة موهوبة، هم أشخاص متميزون بمواهبهم العلمية. قد لا يكونون أكثر ذكاء أو أوسع خيالاً من غيرهم لكنهم يتميزون حكماً بمواهبهم العلمية المتطورة. نحن لا نقارن بين ذكاء نيوتن وذكاء بيتهوفن، مثلاً، فلكل منهما مجاله الخاص، الأول يحظى بموهبة علمية والثاني بموهبة فنية، فكما في الفن كذلك في العلم الموهبة ضرورية. هذا لا يعني أن العلماء الذين اشتهروا هم وحدهم يتمتعون بمواهب علمية، فكم من المواهب تدفن دون أن يدري بها أحد. ومما لا شك فيه ان آلافاً من البشر يملكون مواهب علمية لكنها لم تكشف ولم يجر الإهتمام بها أوتطويرها. والنتائج لا تسمح لنا بتحديد نسبة الموهوبين علمياً والموهوبين في مجال الفن فالإحصاءات غير موجودة لأن الدراسات في هذا المجال غير موجودة أصلاً.

لكن المرء لا يحتاج إلى أن يكون عبقرياً في مجال العلم لكي يستفيد من الثقافة العلمية. فالحرفيون ليسوا علماء لكنهم يتعاطون بنجاح مع انتاج العلم وتقنياته. المهندسون والأطباء والأساتذة يعملون في حقول علمية مع أنهم ليسوا علماء. ان المنطق العلمي قد أثر على عقولنا جميعاً باستثناء قلة أبت الا أن تضع بينها وبين العلم حاجزاً.

ومع ان الثقافة العلمية لا تجد في الوقت الحاضر من يروج لها فانها ما زالت هي المتربعة على عرش عقولنا. الثقافة الفنية تأتي ممهورة بخاتم أصحابها وتستعمل وسائل الاعلام لترويجها فهي على علاقة وثيقة بالربح والتجارة. ان

المعرفة العلمية تختلف عن بقية المعارف، فالمعارف الدينية مثلاً تقرأ في نصوص جاهزة، نهائية وثابتة، يمكن العودة اليها في كل زمان ومكان. مع أنها قد تحتاج إلى تفسير من قبل " علماء" الدين. وقد وضعت كلمة علماء هنا بين مزدوجين لكي نميزها عن كلمة علماء في مجال العلوم الطبيعية؛ فالعالم الطبيعي يشترط فيه ان يضيف شيئاً جديداً إلى النظرية العلمية، ويمكنه ان يقترح تعديل اجزاء منها أو تغييرها بينما لا تعتبر هذه الشروط مطلوبة، ولا مقبولة في المعارف الدينية الجاهزة. أما المعارف العلمية فيتم الحصول عليها بشكل دائم ومتواصل، فقلما مرت ثانية دون ان تدخل خلالها معلومة علمية جديدة إلى موسوعة العلم. ولأن الحقائق العلمية نسبية كما ذكرنا أعلاه فإن بعض الذين لا يسلمون بالدور الرائد للعلم في حضارتنا يتسابقون إلى التشكيك بجدوى العلم ومصداقيته ولا يؤمنون بالإعتماد عليه لحل مشاكلنا. لكننا لا نوافق هؤلاء اطلاقاً. فقراءات العلم هي التي تثبت صحتها كل يوم، فمع ان الطبيعة موجودة منذ زمن طويل وكذلك الإنسان والكائنات الأخرى الا ان نهضتنا لم تحصل الا بعدما تطور العلم وازدهر. وقبل العلم تمت قراءة كتاب الطبيعة بلغة الميثالوجيا ولغة الدين والفلسفة فلم يهبط الإنسان على سطح القمر ولم يعرف موعد هطول الأمطار ولا اسرار الذرة ولا خارطة الإنسان الوراثية. ولم يتم حصر الأمراض الفتاكة ولا انتاج العقاقير الطبية الفعالة. ولو كان لدينا مصدر بديل عن العلم يكشف لنا الحقائق بطريقة أفضل وبدرجة عالية من الثقة لاستغنينا عن العلم، فهو أداة لخدمة الأنسان وليس العكس. وبدل إلهاء القارئ بموضوع أهمية العلم التي يقتنع بها كل قارئ فأنني أدعوه إلى فقرة أخرى تعالج كيفية الحصول على المعارف العلمية اعتماداً على المعطيات الموضوعية في هذا العالم.

المستوى الامبيريقي والمستوى النظري للمعارف العلمية

هناك مستويان للمعرفة العلمية، الأول امبيريقي والثاني نظري. في حدود المستوى الأمبيريقي يتم جمع مادة التجارب التي يتم الحصول عليها عن طريق

الادراك الحسي، وفي حدود المستوى النظري تتم صياغتها في فرضيات وقوانين ونظريات، يتم التوصل اليها بواسطة الإدراك العقلي. لكن هذا التقسيم يبقى مشروطاً حيث أن هذين المستويين يتكاملان ويشترط في كل منهما وجود الآخر. العلاقة بينهما معقدة جداً وتحمل معان كثيرة.

الإمبيريقية مشتقة من الكلمة اليونانية (empeiria) وتعني التجربة. الامبيريقية كفلسفة وضع أسسها ف. بيكون (1561-1626) الذي اعتبر أن التجارب هي مصدر المعرفة العلمية. وقد اتخذت فيما بعد منحى مذهبياً يعتبر أن التجربة الحسية هي المصدر الرئيسي والوحيد للمعلومات عن الطبيعة، وان كل المعارف تكتسب أسسها من التجربة وبواسطة التجربة.

ويتم ابراز ثلاثة مستويات للتجربة الحسية هي:

1- التلقي الحسي، أي التأثير المباشر لأجزاء العالم الخارجي على الأعضاء الحسية في جسم الإنسان؛

2- الإدراك، أي تكوين نموذج عن الشيء نتيجة التعاطي معه؛

3- التصور أو التخيل، أي تعميم نموذج الشيء. ويبقى هذا التعميم، أو يتم انتاجه من جديد، في الوعي حتى بدون تأثيره المباشر على الأعضاء (لأنه يصبح مخزناً في الذاكرة).

وعلى المستوى الأمبيريقي نميز طريقتين رئيسيتين هما الملاحظة والتجربة. فالملاحظة هي الإستقبال الهادف والمنظم للمعلومات عن المادة الأولية المعروضة للبحث، هذه المعلومات تدخل إلى الإنسان من الخارج، ويشترط عدم تدخله فيها حفاظاً على موضوعيتها. والجدير بالذكر أن هذه الطريقة كان لها قوة تقريرية في بداية تطور العلوم، وكان لها الباع الطويل في مجال علم الفلك على امتداد آلاف السنين. أما التجربة فقد اصبحت ملازمة لصفة العلمية منذ القرن السابع عشر، اي منذ أيام غاليليه، وسوف نعود اليها بعد قليل.

وبالعودة إلى مستويات المعرفة العلمية، اذا اعتبرنا ان الأمبيريقية هي المستوى الأول، أو الإبتدائي لهذه المعرفة، فكيف يتم الإنتقال إلى المستوى

الأعلى؟ في البدء تكون الملاحظة (مع انها تكون مسبوقة بالبديهيات أي المسائل التي يعترف الجميع بأنها صحيحة ولا جدل فيها، كأن نقول بان الاجسام تسقط من الأعلى إلى الأسفل، وان الشمس تشرق من الشرق وتغيب إلى الغرب...). ثم تجري بعد تكرار الملاحظات عملية تمييز قواعد عامة تنتسب اليها الظواهر المرئية. لذلك تعتبر مهمة عملية تعميم الملاحظات الامبيريقية، مع ان طابعها يبقى وصفياً على أية حال (هناك بعض المسائل لا تتطلب أكثر من ذلك)، فالوقائع الامبيريقية مع كل تعميماتها لا تفسر الا القليل. هذه الوقائع تبين لنا مثلاً ان التفاحة والحجر يقعان نحو الأرض اذا ما تركا لوحدهما، لكنها تبين لنا أيضاً أن الأجرام السماوية لا تقع نحو الأرض بل تبقى " معلقة" في السماء. طبعاً هناك فرق بين حالة الحجر والتفاحة وحالة الكواكب، وطبعاً هناك تفسير لذلك، لكن فهم الفرق وتفسير اسبابه لا يمكن على أسس امبيريقية.

فلكي نفهم ذلك يجب الذهاب أبعد والتعمق أكثر، أي لا بد من الارتقاء إلى المستوى النظري فعلى هذا المستوى تتم صياغة القوانين الطبيعية التي تعتبر هدفاً للعلوم.

وتتم الصياغة بلغتنا نحن طبعاً، أي بلغة العلم تحديداً (فالطبيعة لها لغتها الخاصة). وعلى هذا المستوى يتم التنبؤ بوقائع جديدة وعلى هذا المستوى أيضاً يتم وضع اللوحة العلمية للعالم وهذا شيء مهم للعلم من حيث وظيفته الرؤيوية.

لذلك يجب الحرص على مراقبة الظواهر المعبّرة (البليغة)، وليس فقط الظواهر المتكررة فالأخيرة قد لا تنبئنا بشيء أو قد لا نستنتج منها شيئاً. قد يلاحظ المراقب للبشر ان كل بشري يمتلك رأساً وجسداً وأطرافاً، وأنه يرى ويسمع و... فهل تكفي هذه الملاحظات لاعطاء تحديد للإنسان، كأن نقول ان الإنسان كائن له رأس وجسد وأطراف..؟ طبعاً لا! المتعمق في ملاحظاته قد يقول أن الإنسان كائن يحب المال فيميّزه عندئذ عن غيره من الكائنات، بينما الملاحظات الأخرى التي ذكرناها لا تكفي رغم تكرارها في كل بني البشر.

لا يمكن بواسطة الملاحظة المباشرة وحدها تحديد الخواص الجوهرية

للأجسام، فلا يمكن، اذن، الانتقال من المستوى الامبيريقي إلى المستوى النظري مباشرة. النظرية لا تبنى عن طريق التعميم الاستقرائي المباشر للتجربة، فهناك درجة وسطى (ووسيطة) للمعرفة، هي الفرضيّة التي يتم اقتراحها لتفسير مجموعة من الوقائع والظواهر ويعتبر وضع الفرضيات من أعقد المراحل في العلم. فهي لا تتصل مباشرة بالتجارب السابقة فهذه الأخيرة تعطي دفعها للتفكير، ولا تقترح الفرضيات. وهنا تبرز أهمية الدور الذي يلعبه الحدس والموهبة الذين يميزان العالم الحقيقي عن غيره، فالحدس مهم كما هو مهم المنطق في العملية العلمية.

النقاش لا يعتبر برهاناً في العلم، فالاستنتاجات وحدها هي التي تقرر صحة الاستدلال العقلي. وهنا تبرز أيضاً أهمية التأكيد على أهمية الحدس الذي يتحمل مسؤولية الاختيار من بين مجموعة من الوقائع والتعميمات، تلك التي تعتبر الأكثر أهمية، وان يقترح من ثم فرضيات تفسر هذه الوقائع والظواهر المتعددة.

وعند طرح الفرضيات يجب أن يؤخذ بعين الإعتبار ليس فقط ان تكون هذه الفرضيات متناسبة مع المعطيات الامبيريقية بل وأيضاً ان تتمتع بالبساطة والذكاء.

عندما يتم التأكد من صحة الفرضية بالبرهان، تتحول هذه الفرضية إلى نظرية. والنظرية (التي تعني باليونانية البحث أو التفحص) هي نظام تعميم المعارف التي يتم الحصول عليها، فالنظرية تصف وتشرح وتتنبأ بوظائف الأشياء الواقعية.

واذا كان المستوى النظري يشترط السيطرة العقلانية. وقد شكل هذا المستوى أساساً للفلسفات التي سادت في الفترة الواقعة ما بين القرن السابع عشر والقرن التاسع عشر وفي الكثير من حقول العلم يتم التثبت من صحة النظرية بواسطة التجربة، فعلى أساس التجربة العلمية الهادفة والمنظمة تصمد النظرية فتأخذ طابع القوانين العامة أو تسقط فيتم الإستغناء عنها. ويجب أن

يكون للنظرية العلمية أساس منطقي متين ونظام معرفي محدد والا سقطت أمام التجربة.

ويمكن الاشارة إلى عدة وظائف تميز النظرية العلمية منها ان تتمتع بمستوى توضيحي يسهل شرح الظواهر وجوهر القوانين وتأثيرها، وان تمتلك أيضاً مستوى للتنبؤ بالمستجدات ومستوى للاستنتاج. فالنظرية هي قمة المعرفة العلمية، والنظرية هي التي تظهر جوهر المواضيع التي تتناولها بالبحث.

وتحاط النظرية العلمية بنظام من المفاهيم والقوانين والمبادئ لكنها باستمرار بحاجة إلى بعض البديهيات، أي الحقائق المسلم بها (المسلمات)، التي لا تحتاج إلى برهان، كأن نقول مثلاً ان الزمن يجري في اتجاه واحد، أي أنه لا يعود إلى الوراء! ولكي تحسب الحقائق في خانة المسلمات يجب أن يتم التأكد منها خلال مراقبة مستمرة وخلال تجارب متكررة.

وهناك ثلاثة نماذج للنظريات العلمية هي:

النموذج الأول: النظريات الوصفية الامبيريقية، مثل نظرية التطور لدارون، أو نظريات الفيزيولوجيا، فهي نتيجة لتراكم تجارب ومعلومات تدخل فيها الاحصاءات على نطاق واسع. هذه النظريات تعتمد على التجارب وتلجأ إلى صياغة التعميمات الامبيريقية وصياغة القوانين التي تصبح أساس النظرية وهذه النظريات لا تحتاج إلى صياغات رياضية.

النموذج الثاني: هو نموذج النظريات العلمية التي تخضع للصياغة الرياضية، أي أنها تستعمل النماذج الرياضية. كمثال على هذا النموذج نعطى فروع الفيزياء النظرية. وتعتمد هذه النظريات في العادة على بديهيات يتم الانطلاق منها للحصول على بقية النتائج. هذه النظريات تتطلب البرهان بالتجربة أي أنها تخضع للتجربة.

النموذج الثالث: هو النموذج الاستقرائي النظري وهو نموذج معتمد في علم الرياضيات. وقد كانت بدايات اقليدوس التي اعتمد فيها على البديهيات أول نظرية استقرائية.

ان الفعالية التي توصلنا إلى المعارف العلمية هي العلم الذي يتشكل من المراقبة، التجارب، الفرضيات والحجج وغيرها.. ويعتبر الحدس الخلاق جزءاً هاماً من العلم.

الإنسان العادي يراقب باستمرار لكن دون فرضيات مسبقة، أما العلماء ففي أكثر الأحيان يراقبون وهم يحملون فرضياتهم، ولعل نيوتن كان يفترض وجود الجاذبية (وهو كذلك) عندما سقطت أمامه التفاحة التي جاءت تبيّض سجلها بعد فعلتها مع حواء.

لقد وضع العلم نصب عينيه مهمة البحث عن سنن الطبيعة وقوانينها. فالسنن التي تسجل في الطبيعة هي سنن موضوعية تظهر في العلاقة بين الأشياء وظواهرها، أما القوانين فهي ما تتم صياغته بواسطة العلم فينعكس في وعينا. **وبامكاننا وصف القوانين بانها انعكاس السنن الموضوعية في وعي الإنسان فالسنن هي أعم وأشمل من القوانين، والعلم يكشف سنن الطبيعة تباعاً فيترجمها لنا بلغة القوانين لكنه لم يكتشف حتى الآن إلا الجزء اليسير منها.**

وبنية العلم تتشكل من وسائط المعرفة العلمية وطرقها، وهذا ما يؤشر على مستوى تطور المعرفة العلمية وارتباطه بالمستوى الحضاري للإنسان. فعندما يكون المستوى الحضاري متدنياً لا يجد العلم لنفسه التربة الصالحة للنمو فيستبدل بغيره من الفعاليات. **ومن هنا أيضاً الإرتباط الوثيق بين سيادة الثقافة العلمية وازدهار النشاط العلمي، فحيث يفتقر المجتمع إلى الثقافة العلمية لا يتم دعم المشاريع العلمية ولا احترام العلم والعلماء.**

الطرق العلمية، كما ذكرنا، تتطلب تكاتف المستويين، الامبيريقي والنظري، وتطورهما بشكل متواز ومتزامن. اما اذا تطور جانب منهما على مصلحة الاخر فإن ذلك يؤثر على تطور العلم ككل فالتجربة بدون نظرية هي تجربة عمياء، والنظرية بدون مراقبة وبدون تجربة وتطبيق هي نظرية بلا موضوع. هناك طبعاً فروع علمية تتطلب تركيزاً اكثر على الجانب النظري وفروع أخرى

تتطلب تركيزاً على الجانب التطبيقي، لكن، وفي المحصلة العامة، يبقى العلم بحاجة إلى هذا وذاك.

وهناك طرق أخرى للمعرفة العلمية مثل المراقبة، القياس التجربة العلمية، الترميز، الإستقراء، الإستنباط، التحليل الاستنتاج وغير ذلك. وفيما تبقى من فسحة في هذا الفصل سوف نعرف باختصار ببعض هذه الطرق.

المراقبة

هي عملية الإستيعاب الهادفة للواقع، وهي المصدر الأول للمعلومات. والمراقبة في العلم ليست عملية بريئة بل هي على صلة بالنظرية العلمية، وغالباً ما تجري المراقبة على أساس بعض النظريات.

والمراقبة اما أن تكون مباشرة، بواسطة الحواس (خاصة حاسة النظر) واما أن تكون بالإعتماد على الأجهزة المخبرية. والجدير بالذكر ان المراقبة الفلكية في القديم كانت تعتمد على حاسة النظر أي على رؤية حركة الاجرام السماوية واختلاف صورة السماء، أما في عصرنا هذا، فإن المراقبة الفلكية تعتمد على المناظير المكبّرة، على التلسكوبات والتلسكوبات الراديوية وغيرها.

وكما ذكرنا سابقاً فإن عمليات المراقبة تقتضي التكرار الهادف.

القياس

هو التحديد الكمي لمواصفات الأشياء التي ندرسها بواسطة أجهزة قياس خاصة. أما وسيلة القياس فقد تكون يد الإنسان التي تمسك بالجهاز، وقد تكون أجهزة القياس الأوتوماتيكية. وعمليات القياس قد تكون مباشرة وقد تكون بالواسطة.

هي طريقة أمبيريقية ضرورية ومعالجة بحثية هادفة وخاضعة للمراقبة التامة، تتناول خصائص الأشياء المراقبة ودراسة علاقاتها وتواصلها مع غيرها.

أثناء التجربة العلمية يتم تأمين الظروف التي تسمح للعلماء بالتدخل في الواقع ودراسته، وتشمل هذه الظروف الإصطناعية كل جوانب الأهداف التي تجري دراستها. ومن خصوصيات التجربة انها تمكن المراقب من رؤية الهدف المنوي دراسته كما هو، أي في طبيعته الخالية من تداخل العوامل الأخرى التي لا تعتبر من صلب الموضوع، حيث يستطيع العالم بواسطة التجربة الهادفة أن يفصل العوامل المهمة والمؤثرة عن العوامل الثانوية وغير المؤثرة، مما يسمح بتبسيط طريقة الدخول إلى جوهر الأشياء (المعبر عنها بالظواهر) بفصلها عن الشوائب التي تخفي جزءاً من حقيقتها (كأن نفصل التراب عن المعادن بعد استخراجها من مناجمها بقصد دراستها).

لقد أصبحت التجربة العلمية من الطرق الرئيسية في العلم منذ أيام غاليليه، ولعبت منذ ذلك الحين دوراً مهماً في تطور العلم وفي قول الكلمة الفصل في الكثير من النظريات العلمية. ويذكر التاريخ باستمرار تجربة ما يكلسون- مورلي التي كان لها الدور المقرر في نسف نظرية الأثير واستغناء الفيزياء عنها.

ويجري تمييز التجارب العلمية البحثية عن التجارب العلمية الإختبارية. فالأولى تحاول كشف الجوانب غير الظاهرة في الأشياء التي تجري عليها الأبحاث. ويمكن عن طريقها الوصول إلى استنتاجات غير متوقعة (كما حدث في تجربة مايكلسون)، لم تتنبأ بها الفرضيات والنظريات من قبل. والثانية، أي التجارب الإختبارية، تصمم للتأكد من صحة فرضية أو نظرية معينة.

وهناك دراسات احصائية تقوم على نتائج التجارب الاحصائية، وهي أدنى درجة من العلوم النظرية، لكنها في أغلب الأحيان يتم اثباتها علمياً فيما بعد ويتم تدعيمها بالنظريات العلمية. هذه الطريقة نقرأ عن انتاجها كل يوم في الصحف والمجلات، حيث تجري باستمرار التجارب الاحصائية على عينات من

البشر يتناولون صنفاً معيناً من الطعام، أو يتعاطون طقساً معيناً أو... فتسجل عندهم حالات صحية معينة. لكن هذه التجارب التي تعطي فكرة راجحة، لا تعتبر اثباتاً علمياً دقيقاً، مع أنها تتمتع بالكثير من الشروط العلمية، فهي تنتظر الانتساب إلى احدى النظريات العلمية المثبتة.

الترميز

ومن الطرق النظرية في المعرفة العلمية نذكر أيضاً طريقة الترميز. فالترميز هو طريقة تستعمل فيها رموز خاصة للتعبير عن حقيقة الأشياء، فتجري صياغة المعارف العلمية في رموز. ومن أهم الرموز المعروفة في أيامنا الرموز الرياضية المستعملة في العلوم الطبيعية.

هذه الطريقة مستعملة على نطاق واسع وهي تساعد على تبسيط النصوص العلمية (وأحياناً على تعقيدها). والملاحظ أن تلامذة المدارس يرتاحون كثيراً لهذه المسألة لأنها تمكنهم من حفظ القوانين العلمية (الفيزيائية والكيميائية مثلاً) على شكل معادلات رياضية بسيطة، مع ان هذه المسألة تحمل في طياتها بعض المخاطر بالنسبة لهؤلاء فقد تضيع منهم المعلومات العلمية وتبقى الرموز الشكلية!؟

الاستقراء

أي الإنطلاق من الخاص إلى العام. هو احدى طرق المعرفة العلمية، وهو عبارة عن صياغة الاستنتاجات العامة انطلاقاً من المؤشرات الخاصة.

الاستنباط

أي الانطلاق من العام إلى الخاص. هو طريقة الحصول على الأستنتاجات الخاصة على قاعدة المعارف العامة.

التحليل

هو احدى طرق المعرفة العلمية، ويقتضي تجزئة الهدف (ذهنياً أو واقعياً) إلى اجزائه المكونة، ودراسة كل جزء على حدة. والتحليل جزء عضوي من أية دراسة علمية، بل هو أول حلقة في كل الدراسات.

استعملت هذه الطريقة في العلوم الكلاسيكية واعتبرت في حينها طريقة رائدة. لكنها، ورغم اهميتها، تعتبر طريقة من الحلقة الأولى في المعرفة، لأن المعرفة الكاملة تقتضي ليس فقط دراسة الأجزاء المنفصلة بل ودراستها مجتمعة.

الاستنتاج

يشكل الاستنتاج الطرف الآخر لعملية التحليل، فالتحليل والاستنتاج يتكاملان في طريقة واحدة. والأستنتاج هو عملية وضع الأجزاء في الكل الموحد، الذي بدونه لا يمكن ان نتوصل إلى المعرفة العلمية. هذا التوحيد هو بمثابة الضم (التحليل هو الفرز) لكن ليس بطريقة ميكانيكية على أية حال. ومعرفة الشيء مجتمعاً يجب أن تقود لا إلى فكرة التجميع بل إلى فكرة التعميم.

الفصل العاشر

العلم والفلسفة

مدخل إلى فلسفة العلم

الفلسفة هي أحد القطاعات المعرفية التي يمارس بواسطتها الإنسان صياغة معارفه ويمارس نشاطاته العقلية الإنسانية، ويتبادل مع محيطه لغة العقل والادراك والخيال. وكما كل فروع المعرفة الأخرى شهدت الفلسفة حقبات طويلة من المد والجزر حيث لم يستقر بها الموج حتى يومنا هذا. فقد شهدت عصرها الذهبي الأول في ضيافة العقل الاغريقي عندما شكلت الحاضنة الكبرى لمختلف النشاطات المعرفية في ذلك العصر فتبنت العلم، وتدخلت في تربيته، وحاولت " تدجين" الأفكار الدينية، وتدخلت في السياسة وتنظيم الحياة اليومية. وقد عرفت خلال حياتها بالمشاكسة كما اشتهرت في أغلب الأحيان بالشجاعة. ولأنها دخلت في ايديولوجيات الحركات الفكرية وتداخلت مع توجهات واصحاب السلطة والسلاطين ولعبت دور " المشاغب" في أحيان كثيرة فقد كان من الطبيعي جداً أن تتعرّض للتبخير حيناً وللقمع أحياناً أخرى.

والفلسفة على خلاف العلم والدين لا يحتاجها الإنسان في ظروفه الطارئة،

فعندما كان العلم يشهد موجات جوع أو أمراض وأوبئة كان العالم هو المخلص وعندما كان الإنسان يشهد قلقاً متزايداً أو خوفاً قاتلاً كانت الأفكار الدينية هي المخلص. فبعد قمع ثورة العبيد في روما (بقيادة سبارتاك) وسقوط مئات آلاف القتلى كانت المسيحية هي الخلاص من حالة الاحباط التي سيطرت على من بقي على قيد الحياة. وبعد أن قضى الطاعون على الملايين كان العلم ممثلاً بالطب هو المخلص، وبعد أن انتشرت المجاعات كانت الثورة الزراعية هي المنقذ. أما الفلسفة، وعلى أهمّيتها الفائقة، فقد كان يستعملها الإنسان الفيلسوف في فترات رخائه "ليتفلسف" (هذا لا ينطبق على كل الفلاسفة طبعاً) ويستعملها السياسي ستاراً ايديولوجياً ليبرر سياسته ويبرر عملية اسكاته لأصوات الآخرين.

إن استغلال الفلسفة من جهة ووقوع مجال نشاطها في منطقة الظل غير المضاءة على المستوى الحياتي، من جهة اخرى، قد ساهما في عدم انصافها بما فيه الكفاية، وزاد اثقالها كون التناحر فيها مستمراً أبداً، فهي على عكس العلم لا يتراكم رصيدها ولا يعلو بنيانها مع كل مساهمة جديدة، من جانب فيلسوف صاعد، بل تتعرض للهدم المتواصل على يد أصحابها أنفسهم، فكما يتصرف الأسد مع صغار اللبوة اذا كانوا قد اتوا نتيجة تزاوج سابق، يتصرف الفلاسفة مع نظريات أسلافهم.

لكن، والحق يقال، للفلسفة فضلاً على كل مجتمع بشري خرج إلى طور الإنسانية ولها فضل في تصويب مختلف فروع المعرفة. أما علاقتها بالعلم فهي علاقة مميزة ويبدو أنها قد بدات تحتل مكانها الصحيح في هذا المجال منذ أواسط القرن العشرين. وتلعب الفلسفة في كثير من الأحيان دور كاسحة الألغام التي تسير أمام العلم فهي تنظف أمامه الطريق وتزيل الرواسب الثقافية والفكرية التي تمنع تقبل الثقافة العلمية.

في هذا الفصل المحدود لن نتطرق إلى الفلسفة كفلسفة (ولن نعطيها حتى

التعريف الذي يرضى عنه الفلاسفة) بل سوف نتعرض فقط إلى بعض جوانب علاقتها بالعلم، علماً بأن هذه العلاقة قديمة جداً وتأثرت بكل تلاوين الثقافة والتاريخ.

زمالة العلم والفلسفة

العلم والفلسفة زميلان منذ زمن بعيد، وان تكن هويتاهما لا تحملان نفس مكان الولادة وزمانها. نشأا في ظروف متشابهة وتربيا على أيدي نخبة من المفكرين، حوربا من قبل نفس الأعداء ودعما من قبل نفس المؤيدين- أنصار الفكر والمعرفة وحرية الإنسان؛ وصمدا لأن الإنسان بحاجة اليهما، فهو بحاجة إلى أن يحسن ظروف حياته المادية، وهو بحاجة إلى أن يفهم الكون المحيط به ولأن يسمح لذهنه باستعمال طاقته ولخياله باستعمال جناحيه...

اختلفا وافترقا في بعض الأحيان لكنهما تعاونا في أكثر الأحيان، وقد نجحا معاً في الوصول إلى آخر الشوط في ماراتون نشاطات الفكر، وان تكن ظروف تطورهما قد شهدت تفاوتاً في الفرص. توحدا في زمن فلاسفة اليونان حتى كاد أحدهما أن يذوب في الآخر فصعب تمييزهما عن بعضهما، وتفرقا عندما حمل ايديولوجيو الدولة الاسلامية على الأفكار الفلسفية وبخاصة تلك الآتية من بلاد اليونان، ثم تخاصما عندما تبنى الأوروبيون فلسفة افلاطون على امتداد العصور الوسطى، لكنهما بقيا زميلين بل شقيقين يستعين كل منهما بأفكار الآخر وقدراته.

وقد سجل التاريخ فترات كان فيها التعاون بين العلم والفلسفة يصل إلى أقصى مداه إلى أن تتوج مؤخراً بمصاهرة أنتجت ما نسميه بفلسفة العلم. وفلسفة العلم هي فسحة في حقل المعرفة تتم في اطارها دراسة الجوانب الفلسفية للعلم. وفلسفة العلم تنتمي إلى المستوى النظري للمعرفة وتعتبر جزءاً من العلم وجزءاً من الفلسفة.

في حقبة العلوم الاغريقية ظهرت فلسفة الطبيعة نتيجة تفاعل الفكر الفلسفي مع ظواهر الطبيعة حيث كان ينظر إلى الظواهر الطبيعية كظاهرات عامة. وفي عصر النهضة بدأت عملية ابتعاد العلم عن الفلسفة فانتزعت منها فروع العلم المختلفة، لكنها مع ذلك اغتنت بنتائج هذه الفروع التي تحتاج بدورها إلى أسس فلسفية طرائقية، تحتاج إلى التبرير المنطقي الذي تبرع فيه الفلسفة. في ظروف العصر الجديد تعمقت خارطة التفرع في العلم وتعمقت عملية الفصل بين العلم والفلسفة، لكن التواصل بينهما قد تعمق رغم ذلك، وانتقل إلى مستوى أكثر جذرية وأكثر اهمية. فإلى جانب المعلومات الأمبيريقية التي يؤمنها العلم يؤمن العلم للفلسفة الأساس النظري الذي يمكنها من تخطي التناقضات التي تنشأ أثناء اسيعاب الفلسفة للمعلومات العلمية الجديدة.

شخصية واحدة أم شخصيتان

بعد ان خرج العلم من كنف الفلسفة اليونانية قرر ان لا يعود اليها أبداً، فاستقل وتطور وتفرع وراحت فروعه تتعاطى مع أجزاء العالم الملموس وتدرس الواقع العلمي لهذه الأجزاء. ولم تعد الفلسفة علم العلوم، فالمرضى في اليونان القديمة كانوا يذهبون إلى الفلاسفة لأن هؤلاء كانوا في نفس الوقت فلاسفة وأطباء واختصاصيين في مجالات متعددة. أما اليوم فلم يعد المريض يقصد فيلسوفاً، ولا وزارات الأشغال العامة تكلف الفلاسفة بهندسة الطرقات، كما لا نسمع بأن الفلاسفة يقودون طائرات! هذا ليس انتقاصاً من قيمة اختصاص هؤلاء فكل اختصاص هو في مجاله الأهم، لكن من المهم أن نعرف أن الفلسفة لم تعد تعتبر علم العلوم، ولا علماً في مجال تطبيقي محدد. فالفلسفة اليوم تهتم فيما تهتم بالعالم ككل، كوحدة متكاملة حتى لو لم تظهر فيها التفاصيل، تفكر بالوجود بأكمله، بوحدة موجوداته وليس بتفاصيلها، تفكر ببدايته ونهايته وليس بحركة جزء معين منه.

ومن جهتها، تبحث العلوم الطبيعية في حقائق الموجودات، بالظواهر والعمليات التي تجري على أرض الواقع بشكل موضوعي مجرد لا علاقة للذات البشرية به. ولا تغير في أحكام العلم مزاجية العلماء ولا انتماءاتهم.

العالم في نظر العلماء هو ذلك العالم المتوازن في منظوره العام، وحركاته مضبوطة الإيقاع خاضعة للدرس والاستيعاب، بينما هو في نظر الفلاسفة عالم مليء بعلامات الاستفهام معرض دوماً لتقبل الحركات المفاجئة ومليء دوماً بقوى الخير والشر ومتأرجح بين حالات الفوضى والنظام.

العقل الفلسفي يتحدد في سياق علاقته بالعالم، بالوجود، وموضوع الفلسفة تتم صياغته من خلال علاقة التفكير بالوجود وعلاقة الوعي بالأشياء المادية. والفلسفة تتلقف نتائج الأبحاث العلمية (كما تفعل كل الفعاليات المعرفية الأخرى مثل الأدب والفن والعلم والدين) ثم تتابع مهمتها في دراسة جوهر الفكر ومغزى الظواهر والعمليات التي تجري في الواقع البشري. والفلسفة تستقبل نتائج العلم بالمفرّق ثم تتعاطى معها بالجملة فتصهرها وتصبها في قوالب عامة وتستنتج منها النظريات الشاملة ثم تعممها. وهي بذلك تتمم وظيفة العلم. من هنا تبرز أهمية أن يكون العلماء فلاسفة لكي يتمادى خيالهم في توسعه أكثر.

والفلسفة ممثلة بأحد فروعها (الأبستمولوجيا) تسعى إلى اظهار أسس المعرفة وتفسيرها، والى إظهار الأسس التي تصح أن تكون معايير لفهم الأمور وتقييمها وتمييزها.

العلم يحتل مكانة خاصة ومميزة في مجال النشاط الإنساني، وظيفته الرئيسية انتاج المعارف الموضوعية ووضع أنظمة لها، أما هدفه فمرتبط بالظواهر والعمليات التي تجري على أرض الواقع، وتلك التي يتمكن الخيال العلمي من الوصول اليها ويتمكن العقل من ربطها في علاقة ما مع ما هو معروف أو ما تمت دراسته.

الفلسفة تركز على علاقة الموضوعي بالذاتي، على علاقة الوعي بالواقع في جدلية انعكاسه في اطار نظرية المعرفة، وتركز أيضاً على العلاقات الروحية

الإنسانية. وتتطلع إلى دور حيوي ومؤثر على الواقع الاجتماعي خاصة في عملية تشكل المثاليات الجديدة والمعايير والقيم الحضارية.

العلم يتطور عن طريق التراكم المعرفي والثورات العلمية في آن. فالنظريات العلمية والمعلومات العلمية الصحيحة يجري الاعتماد عليها لمئات وآلاف السنين، والمعارف العلمية تبنى على معارف علمية أخرى. والثورات العلمية لا تلغى كل النظريات العلمية التي سبقتها، وإن كانت تنقض بعضها، بل تسعى إلى توسيعها وتعميمها ولا تخرب المنظومة العلمية أو تدمر هيكلها. أما في الفلسفة، فإن النظريات الفلسفية لا تحبذ الإعتماد على سابقاتها، فلكل سؤال في الفلسفة جوابه الذي يتماشى مع المرحلة التاريخية التي يطرح فيها والذي يناسب الفيلسوف نفسه أو مذهبه الفلسفي.

العلم يعتمد على الوقائع والبراهين العلمية والتحقق بواسطة التجربة العلمية، بينما تنأى الفلسفة بنفسها عادة عن الدخول في حقل النشاط اليومي و" ترتفع" إلى عالم المفاهيم الجوهرية التي يتم ادراكها بواسطة العقل ويتعذر تلمسها أو الوصول اليها بواسطة الحواس. وتتعاطى بالمواضيع التي تخرج عن اطار الملاحظات الأمبيريقية وتجاربها وتعميماتها. وكما يصل العلم إلى أماكن لا تصلها الفلسفة فإن الفلسفة تصل إلى أماكن لا يصلها العلم، فعندما تتناول الفلسفة موضوع الجمال، أو الخير والشر والعدالة، فإن هذه المسائل تخرج عن اطار أمبيريقية العلم واطار قوانينه وبديهياته.

الفيلسوف البريطاني برتراند راسل اعتبر أن الفلسفة تقع في منطقة وسطى بين العلم واللاهوت، وهي تتميز عن هذا وذاك على أية حال.

واذا كانت فروع العلم المختلفة تمارس نشاطاتها وتحقق تقدمها بغض النظر عن تجارب الفروع المعرفية الأخرى، مثل تاريخ الفن أو تاريخ الحروب والغزوات والمآسي والأفراح، فأن الفلسفة لا تستطيع ممارسة نشاطها دون الأخذ بعين الاعتبار تجربة التطور الروحي للمجتمع والنظر إلى اشكال الوعي والمعرفة فيه، أي دون معرفة علومه وفنه وممارساته الدينية وغيرها.

هل تعتبر الفلسفة علماً؟

أول من أعطى الفلسفة صفة العلمية كان الفيلسوف الوضعي (positivist) أوغست كونت (1798-1857) الذي اعتبر ان العلوم الخاصة مثل الفيزياء، الكيمياء والبيولوجيا ترسم التصورات الوضعية الخاصة للعالم المحيط بنا، تلك التصورات التي لا تتطلب علاقة فيما بينها؛ أما التصورات العلمية للعالم ككل فترسمها الفلسفة العلمية، وهي بنظره الفلسفة الوضعية أو اليقينية (positivism). وقد رفع الماركسيون فيما بعد لواء علمية الفلسفة، لكن الفلسفة العلمية برأيهم هي الفلسفة الماركسية- اللينينية (مع أن فريدريك انغلز نفسه قد طالب بالتخلي عن اعتبار الفلسفة علم العلوم).

وكان أرسطو قد تحدث عن علم ينفرد عن غيره بتناول الجوهر بحد ذاته- علم يتناول بدايات الجوهر وأسباب وجوده. هذا العلم هو برأي أرسطو الفلسفة، التي اعتبرها "علماً إلهياً".

اذا وضعنا جانباً المقولات والتصنيفات الفلسفية القديمة للعلم والفلسفة (النظريات الفلسفية، بالمناسبة، تتجدد باستمرار وفي ذلك عنصر قوة لها وليس عنصر ضعف)، واحتكمنا إلى المعايير العلمية التي تحدد انتماء هذا الفرع المعرفي أو ذاك إلى العلم، أو عدم انتمائه، لوجدنا أن الكثير من هذه المعايير، ان لم نقل أكثريتها، لا ينطبق على الفلسفة. فعندما يتناول باحثان مختلفان مسألة علمية واحدة يجب أن يتوصلا إلى نفس النتيجة العلمية، وهذا شرط لكي تحتسب النتيجة علمية، فالنتيجة العلمية يجب أن تكون مستقلة عن شخصية الباحث وأفكاره وخلفياته وانتمائه. هذا الشيء غير متوفر بتاتاً في الفلسفة، فلكل فيلسوف مذهبه و"حقيقته".

ومن جهة ثانية فإن النظريات العلمية تخضع لحكم التجربة والتحقق العلمي، فهل ينطبق ذلك على الفلسفة؟ طبعاً لا! فكل نظرية فلسفية تكون ممهورة بخاتم صاحبها "كماركة مسجلة".

ومن تشغل باله مسألة انتماء الفلسفة إلى العلم أو عدم انتمائها، من المنطقي أن يطرح على نفسه السؤال التالي: هل للفلسفة مجال تطبيقي كما هي حال العلم؟ هناك شبه اجماع على أن الجواب هو كلا لا يوجد، فعلى قاعدة الاكتشافات العلمية يمكن بناء الوسائل التكنولوجية وتطويرها، أما على أساس الفلسفة فلا يمكننا بناء شيء مماثل.

ومن العدالة أن نسجل هنا للفيلسوف ف. فرانك اختلاف رأيه عن رأي الآخرين، فقد اعتبر أن المجال التطبيقي للفلسفة هو تصرفات البشر أنفسهم بتوجيه من النظريات الفلسفية. لكن هذا الرأي لا يغير في سلبية الجواب.

الفلسفة ليست علماً مع أنها تعتمد على المفاهيم وتتجه نحو الموضوعية والسببية، وتهتم بالتعميم والشمولية، وتلامس الاهتمام بالسنن والقوانين. والفلسفة ليست فناً، مع أنها تهتم بالنماذج وتعتبرها درجات معرفية. والفلسفة ليست ديناً مع انها تذهب إلى عالم مفاهيم الجوهر وما بعد المحسوس... اذن، الفلسفة هي الفلسفة!

والفلسفة ليست مستقلة عن الشخصانية كما هو العلم، فالفيلسوف، ومهما كان موضوعياً، يترك بصماته على أبحاثه ونظرياته. وكل النظريات الفلسفية تسمى بأسماء أصحابها وتحمل بصماتهم، ولا يمكن التحدث عنها أو تدريسها دون ذكر أصحابها بينما يمكن تدريس النظريات العلمية دون ذكر واضعيها. ويشهد لنا التاريخ أن الفلاسفة، الذين وصلتنا اسماؤهم، قد بنوا لأنفسهم هالات لم تستطع أن تمحوها القرون.

وفي الفلسفة أيضاً يدخل عنصر القومية وانتماء الفيلسوف حيث نرى في صلب مناهج التدريس الفلسفية تعابير تشهد على ذلك، حيث نقرأ تسميات مثل الفلسفة الألمانية، الفلسفة الانكليزية أو الفرنسية أو ما شابه. بينما لا نجد في العلم أثراً للعالم أو الباحث أو لوطنه ودينه. فالعالم لا يطبع عمله بأي طابع خاص.

تأثير متبادل بين العلم والفلسفة

كان العلم دائماً على صلة وثيقة بالفلسفة حيث كان للفلاسفة دور في ارشاد العلم وتوجيهه، وكان للعلماء الكبار دور في إغناء الفلسفة في مختلف العصور. ولا يستطيع أحد أن يتجاهل دور أسماء مثل فيثاغور، ارسطو، كوبرنيك، ديكارت، غاليليه، نيوتن، ليبنتز، دارون، ماندلييف، جيلبرت، بوانكاريه، اينشتاين، بور وغيره في التأثير على مجمل التفكير الفلسفي الذي شهده التاريخ خلال الفي عام.

لقد لاحظ فلاسفة العلم أن المنعطفات الأساسية في تاريخه، مثل الثورات العلمية وغيرها، كانت تترافق دائماً مع التعمق في الأسس الفلسفية للعلم، فكانت تفرض دائماً نشوء مذاهب فلسفية جديدة وطرح تفسيرات جديدة والارتقاء إلى مستويات جديدة على صعيد الفلسفة. وقد برز تأثير العلم على الفلسفة أكثر فأكثر في القرن العشرين الذي اشتهر بغزارة الانتاج العلمي خلاله وغزارة النظريات العلمية المتطورة. وقد أضحى تطور الفلسفة في عصرنا متوقفاً إلى حد بعيد على تطور العلم.

ان التفسيرات الفلسفية لنجاحات العلم قد بدأت تكتسب معانيها الثقافية منذ القرن السابع عشر، أي منذ راح العلم يتحول إلى ظاهرة اجتماعية شاملة. لكن النقاشات في نتائج العلم لم تكن قد أصبحت منهجية بما فيه الكفاية قبل منتصف القرن التاسع عشر. وبعد هذا التاريخ تحولت المسائل المنهجية والفلسفية للعلم إلى فرع مستقل سمي فيما بعد بفلسفة العلم.

طبعاً لم يكن العلم والفلسفة في حالة تنسيق دائم، ولم يكن بينهما دائماً شهر عسل، بل شهدت علاقتهما فترات ارتقاء وهبوط وجمود. ففي خلال القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر مثلاً، لم تكن امبيريقية العلوم الطبيعية تسمح للفلسفة بأن تأخذ مداها في تعميم النظريات العلمية. ومرت أيضاً فترات شهدت فيها العلاقة بين العلم والفلسفة شيئاً من عدم الرضى بسبب موقف

الفلاسفة من امبيريقية العلم وتجريبيته وبسبب موقف العلماء الذين وجدوا في تصرفات الفلاسفة شيئاً من الذاتية المفرطة.

لكن النجاحات التي حققها العلم بمعظم فروعه، وعلى كل المستويات كانت لها أبعاد فلسفية، وكان نقاشها يتم على خلفيات فلسفية واضحة. ففي الرياضيات تم ادخال نظريات هندسية جديدة في اطار الهندسة غير الاقليدية مثل هندسة لوباتشفسكي وهندسة ريمان؛ كما تم ادخال نظريات التحليل الرياضي ونظرية الاحتمالات وغيرها. وفي البيولوجيا تطورت دراسة الخلايا وتركيب الأجسام الحية، وتم وضع نظرية تطور الأنواع وأفهوم (Concept) أصل الإنسان؛ وجرى الاعتماد على العمليات الفيزيو- كيميائية لفهم عمليات النشاط الحيوي. وفي الفيزياء تحققت أوسع النجاحات، فاضافة إلى مواصلة تطور الميكانيكا ظهرت الديناميكا الحرارية والديناميكا الكهربائية والنظرية الجسيمية للغازات، ودخلت الفيزياء إلى أعماق الذرة وأطراف الفضاء...

وقد أضيفت إلى قاموس العلم مفاهيم جديدة مثل مفاهيم الحقول، الأثير، الذرة،الانتروبي وغيرها.وبدأ العلماء باستعمال طرق الوصف الظاهرية (Phenomenalistic) وصاروا يهتمون بمنهجية العلم وفلسفته، بمناهج الاستقراء والاستنباط، بوظائف النظريات العلمية (الوصفية، التوضيحية، التنبؤية،..)، بدور الفرضيات (الفطرية،الأمبيريقية وغيرها)، بكيفية التوصل إلى الاكتشافات العلمية وامكانية التوصل إلى الحقائق العلمية. كل هذه الأمور ناقشها العلماء في محاضرات مفتوحة تخللتها مناظرات واجتهادات. هذه المستجدات في سيرة العلم أدت إلى تقريبه أكثر من شقيقته الفلسفة التي سارعت إلى تحليل أفكاره وتعليل نتائجه على طريقتها الخاصة.

الفروع العلمية المختلفة تسير نحو الاستقلالية النسبية شيئاً فشيئاً حتى أن بعض الاختصاصيين في مجال معين لا يتعاطون في المجالات الأخرى، وقد يصعب على العالم في مجال معين أن يطرح على نفسه اسئلة عن اصل الفرع الذي يختص فيه ووظيفته وعلاقته بالفروع الأخرى. وقد لا يجد العالم لنفسه

الوقت أو القدرة على تناول مجموعة فروع علمية ان لم نقل كلها ومحاولة رسم صورة شاملة عن تكاملها وفعاليتها على صعيد العالم ككل، عن أصلها ومصيرها واستمراريتها. واذا ما طرح العالم على نفسه هذه الأسئلة يعني أنه دخل في مجال فلسفة العلم. بعض العلماء يفعلون ذلك وبعضهم الآخر لا يريد أولا يستطيع فعله فاسحاً المجال أمام الفلاسفة لكي يقوموا بهذه المهمة. صحيح أنه من الأسهل على العلماء اتمام هذه المهمة لأنهم أقدر على فهم روحية الاكتشافات العلمية وحدودها لكن الفلاسفة يسابقونهم عليها وتبقى الحقيقة ملكاً للجميع ولأن العالم يفكر بصوت منخفض بينما الفيلسوف يفكر بصوت عال، فقد يتمادى الفلاسفة في اجتهاداتهم فيطلبون من العلم ما لا قدرة له عليه في ظروف معينة، تماماً كما يفعل السياسي مع قيادة أركان جيشه فيطلب منها ما لم تجهز لتنفيذه بعد، ومرة أخرى فإن العلم يعمل بصمت!

الفلسفة والعلم حلقتان في سلسلة واحدة، ولئن تباعدا في بعض المجالات التي تقع على تماس مباشر مع آلية ادراك المشاهدات المباشرة، مثلاً، فانهما يتقاربان حتى يصعب تمايزهما في كثير من الأحيان خاصة في فلسفة الطبيعة وبعض أجزاء علم الكون. ويشهد تقاربهما هذا على صحة فكرة هانس ريشنباخ بأن الأشياء والأشكال والألوان ترى بالعين المجردة أما القوانين العامة والأفكار فيمكن رؤيتها بواسطة العقل ولو نظرنا إلى العلم من زاوية واسعة لوجدنا أنه يحتوي في طيفه الواسع على كل العناصر البنيوية للفلسفة (الذات، الموضوع، عناصر المعرفة وتوقع النتائج) ما عدا تلك المتعلقة بشخصية الفيلسوف. من هنا تأتي أهمية الفرع الجديد فرع فلسفة العلم الذي يدعم العلم والفلسفة معاً.

مذاهب فلسفية أنضجت مشروع فلسفة العلم

بعد ان خرج العلم من أزمته التي عاشها في عصر الانحطاط تعافى بسرعة

وبدأ ينتج غلة أصيلة ونتائج جديدة من نوعها، ثم راح الكم في انتاجه الغزير يتحول إلى كيف ونوعية مميزة، وراح يدخل في ماهية الأشياء ومكنونات سنن الطبيعة. ودخل في قاموسه، وخلال فترة قصيرة نسبياً، كمّ من المفاهيم والأفاهيم والمقولات ذات البعد الفلسفي. وقد أدى ذلك وغيره إلى تصالح العلم مع الفلسفة التي وجدت فيه مركباً لتبحر فيه أفكارها، ووجدت في نتائجه بضاعة للتسويق ومادة أولية لتصنيع نماذجها الخاصة.

العلم نفسه قد تطور، كما رأينا، وشهد ثورات وتغيرات كثيرة فتعرضت مفاهيم علمية للتعديل وأخرى للاضمحلال، وسحبت مقولات لتحل محلها مقولات أخرى وتم الاستغناء عن بعض البديهيات والبناء على غيرها. لكن آفاق العلم دائماً إلى اتساع، اتسعت في المقاييس الكبيرة (الماكرو) فاستوعب الخيال العلمي كوناً مليئاً بالمجرات التي لا يمكننا الوصول إلى أطرافها، واتسعت في المقاييس الصغيرة (الميكرو) فتخطت عالم الميكروبات إلى عالم الذرات والجسيمات الأولية، ثم اتسعت أكثر وما زالت عملية التوسع تنتظر تجهيز العقول لكي تتقبل أكثر.

اذا كان العلم قد خضع لعمليات تطور متواصلة فكيف بالفلسفة في اجتهاداتها الكثيفة ومذاهبها المتعددة. لقد نمت، إلى جانب فروع الفلسفة التقليدية، مذاهب فلسفية خاصة، ترعرعت على ضفاف نهر العلوم، كما تنمو النباتات على ضفاف السواقي؛ فكان لكل مرحلة في التقويم العلمي مذهب فلسفي مناسب يقوم بدور "الواعظ" و"المرشد" المؤيد والمبرر حيناً، والمعارض أو المتحفظ حيناً آخر. ما حدث كان طبيعياً للغاية، ففي ظروف الثورة العلمية - التكنولوجية كانت تبرز الحاجة إلى صياغة فكرية لوظائف العلم من الناحية الحضارية والمعرفية أولاً ثم من الناحية الاجتماعية- الثقافية تالياً. لقد انتعشت الميتافيزيقا أولاً، وهي فرع فلسفي يدعي القرابة مع العلم ويعود تاريخ ميلاده إلى أيام الاغريق. ثم انتعش المذهب العقلاني فمذهب الفلسفة الوضعية (اليقينية) بكل أطوارها وبكل تشعباتها. وأخيراً ظهر على حدود العلم

والفلسفة فرع جديد، اكتملت شخصيته ونال شرعيته في النصف الثاني من القرن العشرين هو ما يسمى بفلسفة العلم.

في القرن السابع عشر ساد في أوروبا مذهب فلسفي سمي بالعقلانية (Rationalism) كان تقبله وانتشاره بمثابة رد على التسلط الديني في العصور الوسطى. من أشهر رواد هذا المذهب فرنسيس بيكون (1561-1626) ورينيه ديكارت (1596-1650). لقد روجت العقلانية لدور التجربة التي ميزت العلم منذ أيام غاليليه، كما روجت لدور العقل الذي " يصل إلى الحقائق اليقينية". وقد ساعدت الفلسفة العقلانية على ارساء مفاهيم العلم الجديدة وعبّدت الطريق امام فلسفة التنوير التي آمنت بالقدرة غير المحدودة للعلم وآمنت بالامكانية اللامحدودة في عملية التقدم.

وكان التنويريون متأثرين بالحتمية الميكانيكية الشاملة، فميكانيكا نيوتن كانت قاعدة الارتكاز للنجاحات الكبيرة التي تحققت في الفيزياء، فشكلت مفاهيمها الفلسفية قاعدة انطلاق لبقية المفاهيم التي سادت في الفروع الأخرى. لقد تعمقت التصورات عند العلماء بأن كل الظواهر تحصل في الزمان والمكان المرتبطين بعلاقة شرطية، وسادت فكرة مفادها أنه يمكننا الحصول حتماً على الحقيقة، عندما نعرف القوانين التي تحرك الواقع.

هذه الحتمية وان لم يكن يعترض عليها أحد في الاجمال إلا أن قبولها لم يكن على نفس الدرجة من الحماس، فقد كان بين العلماء " الأصوليين" في ميكانيكيتهم، أي المتطرفين الذين لا يعرفون المساومة، مثل هرتز وهيلمهولتز الذين حاولا تفسير كل ظواهر الطبيعة على أساس قوانين الميكانيكا. والى جانب المتطرفين في ميكانيكيتهم كان هناك مجموعة من العلماء الذين لم يذهبوا إلى التطرف ومنهم ماكسويل، بولتسمان، لورنتس، دارون وغيره.

ولم يقتصر مفهوم الميكانيكية على أولئك الذين حاولوا صياغة كل ظواهر الوجود في عمليات ميكانيكية، بل تعداه إلى أولئك الذين حاولوا اعطاء المغزى الفلسفي لما حققه العلم فواجهوا صعوبات كبيرة.

بيت قصيدنا في هذا الفصل فلسفة العلم التي بدأت تظهر منذ أواسط القرن التاسع عشر (اكتمل نضجها في أواسط القرن العشرين). هذه الفلسفة التي جاءت تعبيراً عن اتجاه الفلسفة الغربية في مرحلة محددة يجب النظر اليها في حدودها التاريخية وفي جذورها وشروط ظهورها.

بدأت فلسفة العلم تظهر في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، كما ذكرنا، في نشاطات فلاسفة الوضعية (Positivism)، اثر النجاحات العملاقة التي حققها العلم فجعلت الفلاسفة يرتاحون له بوصفه القادر على تمكيننا من ادراك العالم.

والوضعيون هم عبارة عن تيار فكري من " العقلاء" ضم قطاعات متعددة في العلم والسياسة والتربية والفلسفة والتاريخ. وقد ترافق نشوؤه مع مرحلة الاستقرار في أوروبا، عندما كانت تجري عملية الانتقال إلى المجتمع الصناعي وعندما كان يتم تسجيل النجاحات في حقول الرياضيات، الكيمياء والبيولوجيا، إلى جانب الفيزياء طبعاً. في تلك الحقبة اكتسبت الفيزياء شعبية واسعة ونالت الطرق العلمية اهتماماً شاملاً، وكبرت الهالة حول العلماء والمفكرين وتحول العلم إلى مدرسة اجتماعية. ولأن النجاحات العلمية كان لها صداها في عملية الانتاج فقد تأثرت به كل البشرية وكان من الطبيعي أن يؤثر في نموذج الحياة البشرية بأكمله.

لقد دخل المذهب الوضعي في مختلف التقاليد الثقافية في أوروبا فكان له دور في كل منطقة؛ في انكلترا كان له أثره الواضح في الامبيريقية الانكليزية وفي فرنسا كان له بصمات على العقلانية الفرنسية، وفي إيطاليا تأثر به المذهب الطبيعي...

أما برنامج المذهب الوضعي فيمكن تلخيصه بما يلي:

1- اقرار قبول العلم وتبني الطريقة العلمية.

2- اعتماد السببية المجردة والاعتراف بان قوانين السببية تطبق في الطبيعة وفي المجتمع على حد سواء.

3- اعتماد نظرية التطور العلمي في المجتمع (وجرى التداول في مصطلحات الفيزياء الاجتماعية في وصف السوسيولوجيا).

4- الايمان بعقلانية العلم ولا محدودية تطوره.

لقد اعترف انصار الفلسفة الوضعية بمنهجية العلم وانحازوا اليه حتى ضد الفلسفة نفسها. فمؤسس المذهب الوضعي أوغست كونت اعتبر ان الفلسفة مثل الميتافيزيقا كان بامكانها أن تؤثر ايجاباً على العلم فقط في مرحلة طفولته. واعتبر الفيلسوف الوضعي ارنست ماخ (1836-1916) انه يجب اخراج الفلسفة القديمة "التي أنهت خدمتها" من المعارف الطبيعية. وقال ماخ أيضاً انه يكفينا فهم جوهر العلم لاظهار الميتافيزيقا على انها بدون جدوى. والوضعيون ضد الفكرة التي تقول بأن المعارف العلمية هي انعكاس ميكانيكي للواقع الموضوعي.

وانصار المذهب الوضعي كانوا منذ البداية مع التجربة فهي، حسب كونت، أساس كل النشاط العلمي، فأي بحث امبيريقي لا يمكن أن يبدأ بدون منطلقات نظرية محددة وبدون مساعدة التجربة.

ويرى كونت أن الفلسفة الدينية قامت بتضخيم قيمة الإنسان ودوره في هذا الكون وربما كان هذا التضخيم ضرورياً لأنه أعطى الإنسان ثقة كبيرة بنفسه لم يكن لولاها ليأخذ على عاتقه مهمات البحث الصعبة في اغوار هذا العالم. لكن النظرة الدينية إلى العالم قد وصلت إلى أوجها في الفلسفة القديمة، حسب كونت، وصار من الواجب استبدالها بالنظريات الوضعية العلمية المبنية على المراقبة والتجربة. والعلم الذي وقف على رجليه لم يعد بحاجة إلى عكازات الفلسفة بل اصبح قادراً أن يحل بنفسه كل المسائل المطروحة.

وهكذا فإن المعارف الأصلية، في نظر انصار المذهب الوضعي، هي الوقائع والسنن الامبيريقية أما النظريات العلمية فهي التي تضع هذه الوقائع والسنن في أنظمة. ويرى الوضعيون ان العلم يعتمد على " العقل السليم" ، فالعالم عندما يتطلع إلى تحقيق نجاح ما في مجال العلم فانه لا يحتاج إلى اية

فلسفة، بل يحتاج فقط إلى معلومات عن نتائج الأبحاث العلمية ويحتاج إلى الاحترافية والى الشعور الجيد والعقل السليم، وطبعاً يحتاج إلى شيء من الحظ.

إن أفكار الوضعيين هذه وان يكن فيها انحياز واضح للعلم فانها لم تلق ترحيب كل العلماء بل اعترض عليها الكثيرون، كما سنرى بعد قليل.

وكما ذكرنا من قبل فإن الفلاسفة يختلفون عن العلماء فإذا كان العلم هو نفسه بالنسبة لكل العلماء فإن الآراء الفلسفية تختلف من فيلسوف إلى آخر ولا يستثنى من ذلك أنصار المذهب الوضعي أنفسهم، فقد كان لكل واحد منهم آراؤه التي لا تلزم الآخرين وان كان يجمعهم شعار استبعاد الميتافيزيقا وتثبيت الفهم العلمي للعالم.

ومن جهة ثانية فإن العلم يتطور بسرعة فما أن يوجه الفلاسفة انتقاداتهم إلى ثغرة ما حتى تكون هذه الثغرة قد سدت. وقد كانت سرعة نمو العلم من حيث نتائجه الامبيريقية ومن حيث بنيانه النظري ومتانة منطقه عاملاً أربك الفلاسفة خلال القرنين الماضيين.

مع نجاحات العلم في أوائل القرن العشرين تنفس المذهب الوضعي الصعداء وأخذ على عاتقه اعطاء العلم مغزى فلسفياً متجدداً.

شهد الربع الأول من القرن العشرين الطور الثاني من تطور المذهب الوضعي حيث أطلق هنري بوانكاريه (1854- 1912) أفهوم المواضعية (Conventionism) بمعنى التوافقية بين العلماء). وأطلق ماخ افكاره التي تركز على دور الأحاسيس، فالأحاسيس برأيه، هي المعطيات النهائية التي تقوم عليها المعرفة.

وفي سنة 1922 تشكلت في فيينا مجموعة من فلاسفة الوضعية المنطقية أطلق عليها اسم مجموعة فينا أنضم اليها عدد من العلماء والفلاسفة من عدة دول وكان همها التوصل إلى فهم علمي للعالم، استبعاد الميتافيزيقا من فروع المعرفة، التأسيس للفلسفة العلمية وبناء العلم الموحد. وكان على رأس هذه

المجموعة رئيس قسم فلسفة العلوم الاستقرائية في جامعة فينا موريتس شليك (1882- 1936). وكان شليك يرى أن كل علم هو عبارة عن نظام من الحقائق المثبتة بالتجربة، وان لا سبيل للتحقق من صحة المعارف وتأكيدها إلا المراقبة والامبيريقية العلمية. وقد اذاعت مجموعة فينا بيانها الأول سنة 1929، وتمكنت من تنظيم عدة مؤتمرات ولقاءات فلسفية في أوروبا لكنها توقفت عن العمل سنة 1936 عندما اغتال الطلاب القوميون رئيس المجموعة، موريتس شليك على درج جامعته. وكان من أهم اعضاء مجموعة فييّنا والمتعاونين معها اضافة إلى شليك كل من ماخ، كارناب، غودل، فيفل ريشباخ، همبل وفرانك.

وكان رودولف كارناب (1891- 1970) من أهم أعضاء الوضعية الجديدة أو الوضعية المنطقية. وقد أصبح المترجم الحقيقي لأهدافها والشخص الأكثر ابداعاً والأكثر انتاجية فيها. كان هدفه تحليل المفاهيم العلمية بواسطة تطبيق المنطق الحديث، حسب قوله. ورفض أن تكون مهمة الفلسفة مقتصرة على توضيح مبادئ العلم وأفكاره دون أن يكون لها الحق في بناء الأفكار والمبادئ العلمية. فهو، كما بقية أنصار الوضعية المنطقية، يرى أن للفلسفة معنى معرفياً دون أن يكون لها معنى امبيريقياً ويرى كارناب أن العلوم الواقعية هي بحث في الطبيعة، بينما الفلسفة بحث منطقي في لغة العلوم الواقعية.

وقد اسهب كارناب في تفنيد دور العلم ودور الفلسفة حيث لا يلغي احدهما الآخر، فهو يقول: "ان الفلسفة الطبيعية القديمة استبدلت بفلسفة العلم. وهذه الفلسفة الجديدة ليس لها علاقة لا بالاكتشافات ولا بالقوانين (فهذه من مهمات العالم الامبيريقي)، ولا بالاستدلالات الميتافيزيقية عن العالم. فهي بدل كل ذلك تولي الاهتمام للعلم نفسه فتبحث في المفاهيم والطرق التي تستعمل فيه، ولنتائجه المحتملة، لاشكال احكامه وانماط المنطق التي تستعمل فيه. . . ان فيلسوف العلم يبحث في الأسس المنطقية والمنهجية لعلم النفس، وليس في طبيعة الأفكار. يدرس الأسس الفلسفية للانتروبولوجيا، وليس طبيعة الحضارة.

وكان كارناب واثقاً من أن دور العالم ودور الفيلسوف لن يكونا محصورين

ومنفصلين تماماً، بل يتشابكان على أرض الواقع، فمهمة الفيزيائي مثلاً تصطدم بالمسائل الميتودولوجية: " أية مفاهيم يجب أن تستعمل؟ وأية قواعد تنظم هذه المفاهيم؟... في هذه المسائل يجب أن يجيب بوصفه فيلسوفاً وليس بوصفه امبيريقياً... "

وقد أولى كارناب اهتماماً كبيراً لمسألة السببية، فالقوانين السببية برأيه " ما هي الا تلك القوانين التي تمكننا من التنبؤ بالحوادث وتفسيرها.. "

و هكذا، فإن فلسفة العلم قد ركزت جهدها في الثلث الأول من القرن العشرين على انجاز بناء اللوحة الشاملة للعالم، على معالجة علاقة الحتمية بالسببية، على دراسة السنن الدينامية والاحصائية، وعلى علاقة المنطق بالحدس، الاستقراء بالاستنباط والتحليل بالتأليف (Synthesis)؛ كما اهتمت بوضع النظريات واثباتها. وقد كان لبرتراند راسل دور هام في ازدهار التحليل الفلسفي. ومع الفلسفة التحليلية لم يعد ينظر إلى الفلسفة كنظرية بل كفعالية.

في الثلث الثاني من القرن العشرين انشغلت فلسفة العلم بالبراهين والاثباتات الامبيريقية للعلوم، بعلاقة النظريات بالامبيريقية، بموقع التجربة من النظرية بمبدأ التصديق (Verification) لكارناب، والتكذيب (Falsification) لبوبر. كما اهتمت فلسفة العلم بتحليل المعارف العلمية، ببرامج البحث العلمي وبمواضيع التحليل العلمي.

في الثلث الأخير من القرن العشرين تمت مناقشة مفاهيم متقدمة للعقلانية، كما تم تناول تطور المعرفة العلمية ومنطق البحث العلمي، وقد نشطت اتجاهات لتأريخ العلوم وربط تاريخ العلم بفلسفته، كما طرحت بحدة مسألة منهجية العلم. وجرى أيضاً تحليل السنن والمشاكل الاجتماعية التي ترافق نمو العلم وتطوره. وطرحت أيضاً مسائل أنسنة العلم وحياديته.

وفي الوقت الحالي تحاول فلسفة العلم أن تلعب دور صلة الوصل بين العلوم الطبيعية والمعارف الإنسانية، وتحاول أيضاً أن تفهم وتوضح مكانة العلم في حضارتنا المعاصرة وعلاقته بالسياسة والدين وعلم الجمال، أي أن فلسفة

العلم تحاول أن تشغل وظيفة ذات بعد ثقافي شامل. ان هذه الاتجاهات الجديدة تساعد العالم على عدم حبس نفسه في مجالات ضيقة وعلى الخروج إلى رحاب فلسفية واسعة.

ويمكننا القول أن الاستحقاقات المعرفية في أواخر القرن العشرين قد جعلت الأمور تستتب بين العلم والفلسفة فقد رسمت الحدود بشكل شبه واضح بينهما بعد أن حددت الفلسفة مهمتها الجديدة وتصالحت مع واقعها الجديد، وبعد أن وجدت نفسها من جديد في دائرة الاهتمام الذي يحمل بصمات العلم. والعلم من جهته لم يعد يجد في الفلسفة نداً يزاحمه على طرائده، فهو من جهة قد أصبح أكثر ثقة بنفسه وبمقدراته، ومن جهة ثانية فإن الفلاسفة لم يستمروا في نظرتهم إلى العلماء وكأنهم قاصرون يحلون المعادلات الرياضية ويتوصلون إلى النتائج العلمية ثم لا يدرون ماذا يفعلون بهذه النتائج قبل ان تأتيهم المباركة من الفلاسفة! كان هناك اشكالية طبعاً، وكان يمكن تجنبها لو كان العلماء فلاسفة أو كان الفلاسفة على دراية بالعلم.

الفلاسفة الوضعيون كانوا يعتبرون أن العلماء لا يحتاجون إلى أية فلسفة بل إلى معلومات عن نتائج الأبحاث والى احترافية مهنية والى عقل سليم؛ وحاولوا اقناع غيرهم بان العلماء المبدعين أمثال كوبرنيك، كبلر، نيوتن، ماكسويل، بولتسمان وداروين قد آمنوا بشكل فطري في امكانية فهم الواقع الموضوعي، لأن الفهم الصحيح لجوهر المعرفة العلمية لم يكن موجوداً.

وفي رده عليهم يقول اينشتاين: "ان الهدف الوحيد للعلم، برأي الوضعيين، يتمثل في ايجاد حل كامل لمسألة ما. لكنني لا أعتقد أن هذا الهدف البدائي هو الذي يشكل الدوافع القوية للبحث، والتي كانت سبباً للاكتشافات العظيمة. فبدون الايمان بامكانية الاحاطة بالواقع بواسطة بنائنا النظري، وبدون الايمان بالتناغم الداخلي لعالمنا، لم يكن هناك أي علم. وهذا الايمان كان وسيبقى الحافز الرئيسي لكل ابداع علمي". ويرى اينشتاين أيضاً أن "الفيزيائي

مجبر على دراسة الفلسفة أكثر بكثير مما فعله الفيزيائيون في السابق، فهم مجبورون تحت ضغط المصاعب الناتجة عن العلم".

واذا كان هدف المعرفة العلمية يتمثل في الدخول إلى جوهر الظواهر وفي الحصول على الحقيقة الموضوعية، هذه الحقيقة تعترف بها طليعة العلماء المعاصرين وهناك قول لأينشتاين ينص على أن "العلم بدون نظرية المعرفة يصبح بدائياً وفوضوياً".

وكما اينشتاين، كذلك يرى بور أن الفيزياء الحديثة لا يمكنها أن تكمل طريقها دون المرور بالفلسفة.

ومع تطور العلوم أكثر فأكثر فإن مهمتها المعرفية تتعقد وتصبح أصعب فتكبر الحاجة أكثر إلى فلسفة العلم.

ونتساءل أخيراً عن مدى أهلية تحالف العلم والفلسفة للاستمرار. بعض الفلاسفة مثل ريتشارد رورتي اعتبر أن انفصالهما سيصبح وارداً بعد القرن العشرين. وبعضهم الآخر يعتبر أن اتحادهما سوف يتعمق أكثر فأكثر. الفريق الأول يتحدث عن حتمية الانفصال لأن العمود الفقري للفلسفة هو نظرية المعرفة وهذه النظرية تختلف عن العلم. والفلسفة الحديثة التي كان ينظر اليها وكأنها خرجت من الابستمولوجيا قد بلغت الآن سن النضج. الفريق الثاني يعتبر أن الخطوط الفاصلة بين العلم والفلسفة بدأت تمحى ويتوقع أن تذوب الفلسفة نهائياً في العلم.

وبين وجهتي نظر هذا الفريق وذاك يبقى المعيار في حاجة العلم إلى الفلسفة وحاجة الفلسفة إلى العلم وحاجة الإنسانية إلى تعاونهما، فالعلم ما زالت تنقصه المعايير الاجتماعية لتقييم نتائجه، وهذا يعني أن نتائجه ما زالت عرضة لاستعمالها في خير البشرية كما في شرها، وهو لذلك يحتاج إلى مساعدة الفلسفة، فهي التي تلعب دور الحكم في عملية تقييم النتائج في موازين الخير والشر. ومن جهة ثانية فإن فلاسفة العلم متأكدون من ان كل التطورات المهمة على صعيد العلم قد ترافقت مع تعميق في أسسه الفلسفية وأثرت على

الفلسفة بشكل عام، مما يعني أن الفلسفة لا تستطيع الاستغناء عن العلم وكذلك العلم لا يكتمل بدون فلسفة العلم وتلك هي سنة التطور التي تطال مدنيتنا في شكلها الحالي.

ولأن الابستمولوجيا تقف على ضفتي العلم والفلسفة فما أن نذكر أحداهما حتى تخرج الابستمولوجيا إلى الصدارة، رأيت أن أختم هذا الفصل ببضع كلمات عن هذا المصطلح.

الابستمولوجيا (مشتقة من كلمة (episteme) اليونانية التي تعني المعرفة) ويطلق عليها أسم نظرية المعرفة لكن المعرفة المرتكزة على المراقبة الامبيريقية، وليس نظرية المعرفة، التي تدرس عملية المعرفة وآلياتها، مع أن الابستمولوجيا التي تعتمد على العقل كانت موجودة منذ زمن أفلاطون. والابستمولوجيا تهدف إلى اظهار الأسس المعرفية عن الواقع، وهي تستعين بالتحليل المنطقي لتكتشف المبادئ الأساسية للمعرفة العلمية.

الابستمولوجيا هي النظرية المعرفية الأكثر التصاقاً بموضوع العلم، وان كنا لا نود الغوص هنا في تفاصيلها (ونقترح على الراغب في زيادة الاطلاع عليها أن يراجع كتب الفلسفة) إلا أننا سنشير إلى بعض مظاهر هذه النظرية في القرن العشرين. فقد عرفت نظريات المعرفة في القرن المنصرم نماذج محددة للابستمولوجيا مثل الابستمولوجيا التطورية، الابستمولوجيا الوراثية، الابستمولوجيا الطبيعية، الابستمولوجيا التراكمية، الابستمولوجيا الانتروبولوجية وغيرها. فالابستمولوجيا التطورية مثلاً تعالج تطور عملية الادراك بالمقارنة مع تطور الأحياء وهي تدرس درجات الترقي في عمليات المعرفة على مختلف المستويات البيولوجية، وتشرح خصائص تطور ادراك الإنسان وآلياته في سياق عملية التطور. اشتهر في هذا المجال سيمبل، بوبر، تولمين وغيرهم.

الابستمولوجيا الطبيعية، وينظر اليها كجزء من العلوم الطبيعية، تدرس الظواهر الطبيعية، وعلى الأخص الإنسان، كأجسام فيزيائية تجري مراقبتها عن

طريق التجربة. مؤسس هذه النظرية هو كوبن، الذي دعا إلى نقل الدراسات الابستمولوجية من مكاتب الفلاسفة إلى ساحات المختبرات العلمية.

وباختصار، فإن ما يميز ابستمولوجيا القرن العشرين هو انها ترسم للعلم نموذجاً يطلب منه، إضافة إلى شروط علميته وموضوعيته، أن يسأل عن جوهر المعارف العلمية، عن نسبيتها وعن تفنيدها (أي دحض الخاطئ منها).

خاتمة

في هذه الخاتمة لن أذهب إلى صياغة خلاصة لما تقدم من معلومات في هذا الكتاب، فطبيعته لا تسمح بتلخيصه أكثر وغايته ليست إلا دعوة القارئ إلى التفكر والنقاش مع الذات والتوصل إلى استنتاجات، ليس بالضرورة أن تكون محددة أو موحدة لكن آمل أن تكون غزيرة وغنية عند كل من أكمل قراءة هذه الصفحات.

لقد استعرضنا في هذا الكتاب جوانب كثيرة من التأثير المتبادل بين العلم والفكر الإنساني ككل. فالعلم الذي انطلق بدائياً مع أجدادنا قد تابع مراحل نضجه على مرّ السنين ووصل إلى مرحلة متقدمة في عصرنا الحاضر. والعلم الذي كان يلبي في بداية الامر حاجيات حياتية محدودة ويجيب على تساؤلات فطرية وبريئة، قد تحول إلى منظومة مسؤولة عن كل وسائل عيش الإنسان ورفاهيته.

بدأ العلم رحلته الفكرية بإعطاء تفسيرات للظواهر الطبيعية تدحض التفسيرات الميثالوجية وأساطيرها المخالفة للمنطق، وصمد عبر السنين لأنه اعتمد ومنذ البداية على الحُجّة والمنطق ولانه تمتع بالمرونة التي سمحت له بتنقية نفسه من الشوائب مما ساعده على التطور المستمر.

وقد انتشرت ثقافة العلم في كل منزل على وجه هذه الارض، فكانت الثقافة العالمية الأولى التي تتوحد فيها الثقافة البشرية، فلولا ثقافة العلم لكان سكان الارض أكثر تباعداً من حيث تفكيرهم ومن حيث تعاطيهم مع بعضهم

البعض. لقد وحّدهم العلم إلى حد بعيد حول منطق الاستنتاج وجدلية المحاججة كما لم تفعل أية ثقافة معرفية أخرى من قبل، ربما كانت حكمة الطبيعة المتجلية في قوانينها الطبيعية المعروفة هي التي أثرت في عقل الإنسان فنشأ جاهزاً لاستيعابها وقادراً على ذلك.

إن مستوى التفكير العلمي في مدنية ما هو المرآة التي تعكس المستوى الثقافي لهذه المدنية، فالمجتمعات البشرية لا تتقبّل النتائج العلمية اذا كانت بعيدة عن متوسط المستوى الثقافي -المعرفي لأفرادها... والعلم كنشاط بحثي ما زال حتى في عصرنا هذا بحاجة الى تأشيرة مرور من المؤسسات الرسمية المسيطرة، وبحاجة أيضاً الى تشجيع وتمويل كي يستمر في متابعة مسيرته. فصحيح أن أهل العلم يشكلون فئة لها استقلالية معينة (مشروطة الى حدّ كبير)، ولها لغة متميزة عن لغة المجتمع، ولها خلفية متعالية من حيث المبدأ، إلا أن نتائج الأبحاث العلمية لا يمكن أن تكون مُجمّعة في بنك للمعلومات، أو في خزان مستقل عن المجتمع المحيط، فلا بدّ لمياه الخزان من أن تنتشر في كل الاتجاهات لتروي كل ما يحيط بموقعه من ارض متعطشة للارتواء.

والعلم بحاجة دائمة الى من يتقبل نتائجه ويستقبلها بالترحاب لكي يشجعه ويدفعه الى الأمام، فحتى قارئة الفنجان لم تكن لتنتظر على قارعة الطريق لو لم تكن تأمل في تجمهر الراغبين حولها.

هذه البديهة كانت بارزة على مدى الأزمان حيث كان للعلم خطه البياني المتعرج تبعاً لتعرجات البناء الحضاري والثقافي للانسان. وقد حاولنا في هذا الكتاب رسم هذا الخط الذي بدأ مع مغامرات العقل الأولى وما زال في حالة صعود حتى اليوم بعد مروره بكل تعرجات الماضي، من ضموره في عصور الانحطاط الى تألقه مع ثورات العلم ووثبات المعرفة.

إنّ العلم الذي شكل على الدوام العنصر الأساسي في حضارة الانسان يشكل اليوم العنصر الرئيسي في ثقافة مجموعة كبيرة من البشر، لذلك لا بد من

دراسة تاريخ الأفكار العلمية وتسليط الضوء على صعوبة انتشارها في المجتمعات المختلفة وفي المراحل التاريخية المتمايزة.

وكما كان للعلم أصدقاء وأنصار حتى من القادة والسلاطين كان له الكثير من الأعداء الظالمين، إلا أن اعتماده كان على فئة وفيّة نطلق عليها اليوم تسمية "العلماء"، وقد سميت قديماً فئة "الحكماء"، وهي فئة من الفضوليين والباحثين السابحين في بحار أفكارهم العلمية ليل نهار. إلا أن المبرر الموضوعي لوجود وازدهار العلم كان وما يزال حاجة الانسان اليه... أما البيئة التي لا بدّ منها لاحتضانه وقبول نتائجه فهي البيئة الاجتماعية التي تدرك بعضاً من نتائجه فتقبله وتشجعه أو تجهله تماماً فترفضه أو تقف منه موقف اللامبالاة. وهناك بعض الشرائح الاجتماعية التي تعارضت مصالحها مع نتائج العلم فعارضته على الدوام. وقد جاءت نتائج معارضتها كارثية في بعض الاحيان حيث أدّت الى اعدام علماء وحرق مكتبات وتدمير مؤسسات علمية.

لقد قُدِّر للعلم أن يتلقى الصدمات القوية عند كل مفترق من مفترقات المدنية، أي عند كل انتكاسة عسكرية أو أزمة اقتصادية أو ثورة اجتماعية، أي كلما شهدت المجتمعات اضطرابات نفسية تؤدي الى اعادة النظر بالبناء الثقافي - المعرفي لهذه المجتمعات. وتزامناً مع ذلك تزدهر على هامش مسيرة المعرفة الطفيليات الفكرية التي تنتقي من هنا وهناك نُتفاً "معرفية" متفرقة، مغلوطة ومتضاربة في أغلب الاحيان. ولعل ما نشهده اليوم على الساحة العربية من مظاهر السحر والشعوذة واستباحة المنطق جزء من الارتدادات النفسية التي تجافي التفكير والمنطق العلميين.

كل هذا يؤكد ضرورة اعادة ترسيم الحدود بين ما هو علمي وما هو خارج اطار العلم، وضرورة التذكير بالمعايير التي تميز المعارف العلمية عن المعارف غير العلمية كي نحفظ للعلم كرامته وصدقيته وهيبته في نظر الناشئة على وجه الخصوص.

ولا يمكن لأية أمة أن تحفظ بنياناً، أو تبني مجداً، دون الاعتماد على

خدمات العلم. فالفكر العلمي هو الممر الاجباري لكل الحضارات التي تراهن على الاستمرارية والتطور.

وليس صحيحاً ان العلم يخدم أيديولوجيات غربية معينة، فهو نتاج بشري عام ساهمت فيه كل حضارات الارض وأغناه كل العلماء في كل العصور. وقد كان للحضارة الاسلامية - العربية دورها في نقل وحفظ وتطوير مفهوم العلم كما كان لغيرها دوره. واذا كانت ثمة ايديولوجيات تحتمي بالعلم أو تتبنى مقولته، أو تدّعي تطابق نظرتها الى العالم مع نظرته، فإن ذلك لا يلزم العلم بأي من هذه العقائد، ولا يؤثر على استقلالية فكره. وبما أنه ليس للعلم سلطة في اختيار وجهة استعمال نتائجه فلا يجوز تحميله كفكر خلاّق تبعات سوء استعمال نتاجاته التقنية أو حتى النظرية.

وليس صحيحاً ان الدين يجافي العلم أو يحاربه، وهو الذي عبّد له الطريق بتصديه لأساطير الميتالوجيا ودحضها، الامر الذي وفّر على العلم وقتاً كاد أن يمضيه في المماحكة. ولا يجوز الخلط بين أفكار الدين وجوهر موقفه وبين قصور رجال الدين عن فهم الافكار العلمية في حقبات تاريخية معينة.

لقد استعرضنا في هذا الكتاب سيرة أهم الأفكار العلمية عبر تاريخ الانسان العاقل بأكمله، من تلك التي تلاشت في حينها، الى تلك التي صمدت وما زالت تشكل جزءاً من تركيبة العلم المعاصر، كما شرحنا وبطريقة مفصلة ماهية العلم من وجهة نظر العلماء الفلاسفة.

وفي سياق الاجابة عن سؤال، ما هو العلم؟ لا بدّ للقارىء أن يجد نفسه مبحراً في أرجاء حضارة الانسان وطموحاته التي لا حصر لها. فلو طرح هذا السؤال على عينة غير منتقاة من البشر لجاءت الاجابات متفاوتة الى حد المفاجأة، وذلك لأن كلاً ينظر الى العلم من زاويته المختلفة.

لو كان المطلوب استعراض التعاريف المتنوعة للعلم لكان بالامكان حشر المئات منها في هذا الكتاب، لكن التركيز كان على مفهوم العلم، الذي أُلبس أثواباً مختلفة على مرّ الزمن، كان عليه أن يستبدلها مع تبدل حقبات التاريخ،

وقد لا تروي فضول الكثيرين من محللي عصرنا، تلك الصياغات التي تمت في الماضي لتعريف العلم وقد يكون ذلك صحيحاً في مقاييس اليوم، الا أننا نلاحظ أن الأثواب التي تُفصَّل للعلم، حتى في أيامنا، لا تناسب كامل قامته مقاساً ولا تشفي غليل كل العلماء من حيث محتوى ما ينتجون. ان أغلب الذين تصدوا لمهمة تعريف العلم كانوا فلاسفة، لكن تعاريف كثيرة قد صاغها علماء كبار، ومع أن القواسم المشتركة بين هذه التعاريف وتلك كانت كبيرة،الا أن بصمات واضعيها كانت واضحة التنوع، فقد تجلّت في بعضها حذاقة الفلاسفة وبدت واضحة في بعضها الآخر بساطة الاسلوب المباشر للعلماء.

هناك صياغات كثيرة لتعريف العلم في عصرنا، وهي متنوعة الى حد الاختلاف لكنها تجتمع حول قواسم مشتركة، ولو ان كل تعريف يركز على بعض من هذه القواسم أكثر من تركيزه على غيره. ومن الطبيعي ان نقرأ في تعاريف العلم ما يبرز دوره في عملية انتاج المعرفة أو في عملية انتاج الخيرات المادية أو عملية اغناء الثقافة الروحية، أو يشدّد على نكهة العلم في مذاق العلماء ومتعة الاكتشاف التي لم تغب عنهم في أيّ حين.

التركيز على عملية انتاج المعرفة بدأ في بلاد الاغريق حيث كان ولوج مقام الحكمة عندهم غاية، لا وسيلة فحسب. وفي عصرنا الحاضر ما زال يفرض نفسه التركيز على عملية الانتاج بعد أن أثبت العلم جدارته في تخليص البشر من المجاعات ومن الأوبئة والامراض السارية. أما التركيز على الجوانب الثقافية الروحية فقد كان قائماً في كل الازمنة، فالعلم جزء من ثقافة الانسان، بل ويشكل العامل الأكثر تأثيراً فيها، ويمكن تلمّس هذا التأثير في الفن والأدب والفلسفة، وحتى في تفسير التعاليم الدينية.

والعلم الذي يؤثر في ثقافة البشر يتأثر بدوره بها، فاذا كانت الثقافة مريضة لا يمكن للعلم أن يكون معافى.

ويبقى العلم في نظر العلماء قراءة للعقل في كتاب الطبيعة، قراءة للوجود بلغة الانسان، لكنها قراءة لا يجيدها الا الانسان العالم الخلاّق.

من أهم ميزات العلم أنه يتطور، وقد تطور على مرّ السنين حتى أصبح نظاماً معرفياً متكاملاً، له مبادئه، ضوابطه، معاييره، مجالاته، لغته، وسائل التحقق من نتائجه... وله أيضاً وظائفه وخدماته التي جعلت منه ضرورة لا بد منها، حيث لا تسد فراغه أية فعالية أخرى، فهو يصنع المعارف ويحسن وسائل العيش ويساعد على استمرارية الحياة، وهو يفسّر الظواهر ويبحث عن أسبابها، يصوغ القوانين ويكشف عن سنن الطبيعة، ثم يتنبأ بالآتي ويدلنا على كيفية التصدي للسيّء منه، وهو يسعى دائماً الى رسم اللوحة الكونية المتكاملة التي تبيّن موقع الانسان في هذا الكون الفسيح.

ومع أن فضائله لا تُقدَّر بثمن فقد بقي العلم توأماً مكملاً لبقية فروع المعرفة، فهو لا يحمي بمفرده بيئتنا من الدمار ولا يمنع حضارتنا من الانهيار، وهو لا يدّعي لنفسه الكمال ولا يستأثر بقيادة مركب الحضارة على أية حال. واذا كانت قد انتشرت في القرن العشرين ظاهرة تناوله بالنقد واتهامه بادارة ظهره لمشاكل الانسان فلأن البعض يريد تحميل العلم وزر أزمة الثقافة الانسانية وخطر تعرضها للانهيار. وفي حين تلجأ بقية فروع الثقافة الى تبرئة نفسها من تهمة التقصير يستمر العلم في تحمّل العبء الأكبر من مسؤولية تطور وتقدم حضارة الانسان.

ومع ان العلم ليس كل شيىء في هذه الحياة فهو شيىء كبير وهو يعني الكثير ويعطي الكثير الكثير. ومع ان الكثيرين يموتون في هذا العالم وهم لا يعرفون إلا القليل القليل عن هذا الكون الفسيح والمعقد الذي نعيش فيه، يموتون دون أن تسنح لهم الفرصة أو تكون لهم القدرة على فهم النظريات التي تشرح رؤية العلم للعالم، لكن رغم ذلك فإن العلم يروي فضول الغالبية الحيوية والناشطة في هذا العالم ويجيب عن تساؤلاتنا كباراً وصغاراً.

وان يكن من المبكر القول أن العلم قادر على تفسير كل شيىء في هذا العالم وعلى تفسير كل الظواهر فيه، فإنّ من المؤكد ان العلم يرتقي بإدراكنا

ومعارفنا وثقافتنا إلى الأعلى ويحسّن في مستوانا يوماً بعد يوم ويسير بنا نحو المعرفة الموثوقة والموثقة.

واذا كانت الثقافة العلمية تعاني من لامبالاة دعاتها ومن عدم الاهتمام بها كفاية من قبل مستقبليها والمروّجين لها على السّواء فإنّ المستقبل سيحمل معه اهتماماً متزايداً بالثقافة العلمية، فهي الممرّ الإجباري الذي ستسير في مجراه كل الثقافات الاخرى ولو بشكل غير متزامن. ويوماً بعد يوم يصبح العلم أقرب إلى كل إنسان وتزداد "الحميمية" بينه وبين البشر لأنه بات يعيش معهم في كل تفاصيل حياتهم، فهو يؤمّن لهم الضرورات اليومية ويدخل إلى منازلهم مع الادوات التي يحتاجونها في كل يوم.

قد تُوجَّه لهذا الكتاب انتقادات فلاسفة أو أدباء أو مؤرّخين أو علماء... لكنه ليس موجهاً إلى فئة محددة من هؤلاء لكي يهتم بالدقائق التي تعنيها هي بالتحديد، بل موجهاً إليهم جميعاً، ولانه كذلك فقد كان من واجبه أن يجد القواسم المشتركة بين الجميع. هذا الكتاب موجّه إلى أوسع شريحة اجتماعية ممكنة، موجّه إلى كل من تعنيهم المعرفة العلمية والثقافة العلمية وأخص من هؤلاء طلاب العلم والمعرفة من تلامذة مدارس إلى طلاب جامعات، إلى متعلمين ومثقفين ومهتمين آخرين.

مراجع

1 ـ أ. أينشتاين؛ ل. إنفلد، تطور الفيزياء، أكاديميا، بيروت، 1993.

2 ـ هنري بوانكاريه، العلم والفرضية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2002.

3 ـ ج. د. برنال، العلم في التاريخ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1981.

4 ـ ب. كودريافتسيف، تاريخ الفيزياء، موسكو، 1948 (باللغة الروسية).

5 ـ بول ديفز، الله والعقل والإنسان، دار علاء الدين، دمشق، 2003.

6 ـ غاستون باشلار. تكوين العقل العلمي، المؤسسة الجامعية للدراسات، بيروت، 1986.

7 ـ غاستون باشلار، الفكر العلمي الجديد، المؤسسة الجامعية للدراسات، بيروت، 2002.

8 ـ فيرنر هيزنبرج، الطبيعة في الفيزياء المعاصرة، دار طلاس، دمشق، 1986.

9 ـ ج كراوثر، قصة العلم، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة 1998.

10 ـ د. فوريس ودكسترهوز، تاريخ العلم والتكنولوجيا، مؤسسة سجل العرب، القاهرة، 1992.

11 ـ جيمس كونانت، مواقف حاسمة في تاريخ العلم، دار المعارف، القاهرة، 1963.

12 ـ آلان شالمرز، نظريات العلم، دار توبقال، الدار البيضاء، 1991.

13 ـ كارل همبل، فلسفة العلوم الطبيعية، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1976.
14 ـ رودولف كارناب، الأسس الفلسفية للفيزياء، دار التنوير، بيروت، 1993.
15 ـ ريتشارد موريس، حافة العلم، منشورات المجمع الثقافي، أبو ظبي، 1994.
16 ـ برتراند رسل، النظرة العلمية، دار المدى، 2008.
17 ـ توماس كون، بنية الثورات العلمية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2007.
18 ـ جورج كانغيلام، دراسات في تاريخ العلوم وفلسفتها، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2007.
19 ـ محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1994.
20 ـ عبد الرحمن مرحبا، المرجع في تاريخ العلوم عند العرب، منشورات دار الفيحاء، لبنان، 1978.
21 ـ عبد الرحمن مرحبا، تاريخ الفلسفة اليونانية، مؤسسة عز الدين، بيروت، 1993.
22 ـ عبد الرحمن مرحبا، الفلسفة ما قبل عصر الفلسفة، مؤسسة عز الدين، بيروت، 1994.
23 ـ جورج صليبا، الفكر العلمي العربي، جامعة البلمند، لبنان، 1998.
24 ـ نجيب الدين السمرقندي، الأقرابادين، تحقيق الدكتور جورج طعمة، مكتبة لبنان، 1994.
25 ـ فؤاد زكريا، التفكير العلمي، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1978.
26 ـ أحمد سعيدان، مقدمة لتاريخ الفكر العلمي في الإسلام، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1998.
27 ـ رولان أومنيس، فلسفة الكوانتم، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2008.

28 ـ ماكس بيروتز، ضرورة العلم، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1999.
29 ـ روبرت أغروس، جورج ستانسيو، العلم في منظوره الجديد، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1989.
30 ـ توماس جولدشتاين، المقدمات التاريخية للعلم الحديث، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2003.
31 ـ جون ديكسون، العلم والمشتغلون بالبحث العلمي في المجتمع الحديث، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1997.
32 ـ برتراند رسل، حكمة الغرب، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1983.
33 ـ ديفيد رزنيك، أخلاقيات العلم، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2005.
34 ـ ريتشارد فاينمن، متعة اكتشاف الأشياء، مكتبة العبيكان، الرياض، 2005.
35 ـ فرانكلين د. باومر، الفكر الأوروبي الحديث، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1987.
36 ـ ج. مونو، المصادفة والضرورة، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق، 1975.
37 ـ ب.أ. سولوماتن، تاريخ العلم، Press، موسكو، 2003 (بالروسية).
38 ـ موسوعة تاريخ العلوم العربي، إشراف: رشدي راشد، مركز دراسات الوحدة العربية ومؤسسة عبد الحميد شومان، بيروت، 1997.
39 ـ سالم يفوت، ابستمولوجيا العلم الحديث، دار توبقال، الدار البيضاء، 2008.
40 ـ سالم يفوت، العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة، دار الطليعة، بيروت، 1989.
41 ـ صلاح الجابري، فلسفة العلم، الانتشار العربي، بيروت، 2006.
42 ـ محمود زيدان، الاستقراء والمنهج العلمي، الاسكندرية، 1980.
43 ـ وداد الحاج حسن، رودولف كارناب، نهاية الوضعية المنطقية، المركز الثقافي العربي، بيروت، 2001.

44 ـ السيد نفادي، السببية في العلم، دار الفارابي، بيروت، 2006.
45 ـ فارس اشتي، مدخل إلى العلم بالسياسة، دار بيسان، بيروت، 2000.
46 ـ نزار دندش، كتاب البيئة، دار الخيال، بيروت، 2005.
47 ـ نزار دندش، هل من كائنات عاقلة خارج الأرض؟ دار المؤلف، بيروت، 2000.
48 ـ سمير أبو زيد، العلم وشروط النهضة، مكتبة مدبولي، القاهرة، 2008.

49- De Broglie L. *The Revolution in Physics, R&K.P.* London, 1954.
50- Gribbin J. *In Search of Schrodinger's Cat.* Blackswan U.K. 1984.
51- Harre R. *The philosophies of Science,* Oxford, Uni. Press, 1985.
52- Helton G. *Thematic Origins of Scientific Thought,* Harvard Uni. Press, 1973.
53- Hull L. *History and Philosophy of Science,* Longman, London, 1965.
54- Hume D. *An Enquiry Concerning Human Understanding,* Indianapolis, Hachett, 1977.
55- Kant Immanuel, *Metaphysical Foundations of Natural Science,* Indianapolis, Hachtte, 1985.
56- Lange M. *Natural Laws in Scientific Practice,* N.Y: Oxford Uni. Press, 2000.
57- Lightman A. and Brawer R. Origins, Cambridge, MA: Harvard Uni. Press, 1990.
58- Lindley D. *The End of Physcs,* Collins pub. N.Y., 1993.
59- Morris R. *Reason and Nature,* Dover Pub. N.Y., 1978.
60- Morrison M. *Unifying Scientific Theories,* N.Y. Cambridge Uni. Press, 2000.
61- Polkinghorne J. Beyound Science: *The Wider Human Context,* Cambridge Uni. Press, 1996.
62- Popper K. *The Logic of Scientific Discovery,* London and N.Y. Routledge, 2002.

63- Taylor J. *Hidden Unity in Nature's Laws*. Cambridge Uni. Press, 2001.

64- Weinberg S. *Dreams of a Final Theory,* New York: Pantheon, 1993.

65- Whitehead A. *Science and Modern World,* Glasgaw 1973.

66- Wolpert L. *Th Annature nature of Science,* Feber and Faber, London, 1993.

المحتويات



لأول مرة في تاريخه يظهر العلم في صورتين متناقضتين إلى هذا الحد: ففي الصورة الأولى تبرز العملية الحضارية وقد ارتبطت بتطوّر العلم وبإنجازاته، وفي الصورة الثانية تبدو نتائج العلم مثيرة للقلق الاجتماعي والأخلاقي خوفاً «من أن يكون سبباً» للإضرار بالحياة على كوكب الارض... ومن جديد تتسابق الأسئلة والتساؤلات: ما هو العلم؟ كيف، متى ولماذا ولد؟ كيف تطوّر؟ هل نشأ بقرار أم كان نشوؤه ضرورة تاريخية، وهل سيبقى الى الابد؟ هل هو من نتاج الفرد أم من نتاج الجماعة؟ هل هو حقل معرفي منفصل أم جزء من معرفة الانسان وجزء من نظامه المعرفي المتكامل؟ هل هو مستقل عن الفن والأدب وسائر فروع المعرفة أم هو جزء لا يتجزأ من نتاج العقل الانساني ومن النشاط الحياتي الاجتماعي؟ وهل يقوى الانسان على الحياة بدونه؟ هل بلغ ذروته أم ما زال يتطوّر؟ ما هو مداه وما هو مصيره؟. هذا الكتاب ليس تاريخاً للعلم، أو وثيقة لولادته، بل فيه تاريخ مبسّط لظهور الأفكار العلمية وتطوّر مفهوم العلم، وهو يرسم الخط البياني للفكر العلمي بدءاً بمغامرات العقل الأولى ووصولاً إلى أفكار العلوم «ما بعد الحديثة» مروراً بتعرّجات الماضي التي شهدت ضمور العلم في عصور الانحطاط وتألّقه في حقبات الثورات العلمية.

وفي هذا الكتاب محاولة لترسيم الحدود بين المعارف العلمية والمعارف غير العلمية وفيه تذكير بمبادئ العلم ومعاييره، بوظائفه ولغته وضوابطه ووسائل التحقق من نتائجه وفيه أيضاً إبراز للّوحات التي رسمها العلم للعالم، وشَرْحٌ لها .

ISBN 978-9953-71-418-9

